# SATA INTERNATIONAL / CS-TGU

Embate com a cauda ***(Tailstrike)*na**
***pista 30***
***Aeroporto João Paulo II***
***Ponta Delgada, Açores***
***02 de março 2013, 21:10 UTC***
***Airbus 310-300***

**RELATÓRIO DE**

**SEGURANÇA GPIAA**

**Investigação de Ocorrência de**

**Acidente**

**02/ACCID/2013**

**FINAL**

**RELATÓRIO FINAL APROVADO PELO DIRETOR DO GPIAA (ÁLVARO NEVES), EM 29 DEZEMBRO 2014**

PUBLICADO E APROVADO
DE ACORDO COM O DECRETO-LEI 318/99 DE 11 DE AGOSTO

**Nota:** a fotografia na capa deste relatório foi tirada por Paulo Santos no Aeroporto das Lajes (retirado da página eletrónica “www.airliners.net”)

# RELATÓRIO DE ACIDENTE

## SATA INTERNATIONAL
## AIRBUS A310-300

# CS-TGU

**EMBATE COM A CAUDA DURANTE ATERRAGEM**
**AEROPORTO JOÃO PAULO II**
**PONTA DELGADA**
**AÇORES**
**2 de março 2013 às 21:10 UTC**

Publicação: GPIAA – Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves
Endereço: Praça Duque de Saldanha, 31 – 4º
Escritório: 1050-094 Lisboa
Portugal
Telefones: + 351 21 273 92 30
+ 351 915 192 963 / +351 272 739 255 (24 horas) / 707 284 637 (707 AVI OES)
(Notificação de incidentes e acidentes)
Fax: + 351 21 273 92 60
Email: investigacao@gpiaa.gov.pt
Internet: www.gpiaa.gov.pt



Ministério da Economia

Secretaria de Estado da Infraestruturas, Transportes e Comunicações

GPIAA 2014

Este relatório é publicado em Português e Inglês. Em caso de divergência entre estas versões, o texto em Português prevalecerá.

## GPIAA – GABINETE DE PREVENÇÃO E INVESTIGAÇÃO COM ACIDENTES DE AERONAVES

O Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves (GPIAA) é um organismo público dotado de autonomia administrativa que, sob a Tutela do Ministério da Economia, tem por Missão a investigação de acidentes e incidentes com aeronaves civis. Dirigido por um Diretor, o GPIAA é uma autoridade nacional permanente e totalmente independente, na sua organização, estrutura jurídica e processo de decisão, de qualquer gestor de infraestrutura, empresa de aviação civil, reguladores de transporte, decisores políticos e prestadores de serviços e, de qualquer parte cujos interesses possam colidir com as tarefas que lhe são confiadas. A sua missão é, com a investigação dos acidentes e incidentes, contribuir para a melhoria da segurança na aviação civil e aumentar a confiança do público no transporte aéreo, através da excelência, utilizando meios independentes de investigação em acidentes na aviação civil e outras ocorrências de segurança, promovendo a sensibilização para a segurança, conhecimento e ação.

O GPIAA é responsável pela investigação de acidentes e incidentes que envolvem operações da aviação civil em Portugal e que se enquadram no âmbito da jurisdição do país, bem como participar nas investigações no exterior envolvendo aeronaves registadas em Portugal. A principal preocupação é a segurança do transporte aéreo comercial, com especial atenção às operações de passageiros.

O GPIAA desempenha as suas funções em conformidade com as disposições legais na área das Investigações de Segurança Aeronáutica, em particular, com o Decreto-Lei n.º 318/99, de 11 de agosto, com o Regulamento (UE) n.º 996/2010 de 20 de outubro e com o Anexo 13 da ICAO, bem como acordos internacionais pertinentes.

## FINALIDADE DAS INVESTIGAÇÕES DE SEGURANÇA

O objetivo de uma investigação de segurança é identificar e reduzir os riscos relacionados com a segurança na aviação civil. As investigações realizadas pelo GPIAA determinam e comunicam os fatores de segurança relacionados com a segurança do transporte aéreo na matéria que está a ser investigada. Os termos que o GPIAA usa para se referir a conceitos-chave de segurança e de risco são definidos na próxima secção *Terminologia Utilizada Neste Relatório*. Não é função do GPIAA o apuramento de culpas ou determinação de responsabilidades. Além disso, um relatório de investigação deve incluir material factual relevante para suportar a análise e respetivas conclusões. Em todos os momentos o GPIAA esforça-se para equilibrar o uso de material que possa implicar comentários negativos, revelando "*o quê*" e "*porque aconteceu*" de uma forma justa e imparcial.

## DESENVOLVIMENTO DA AÇÃO DE SEGURANÇA

No cerne da investigação do GPIAA, em questões de segurança da aviação civil, está a identificação precoce de problemas de segurança no ambiente aeronáutico. O GPIAA prefere incentivar a(s) entidade(s) relevante(s) a iniciar(em) a ação de segurança pró-ativa que cubra questões de segurança. No entanto, o GPIAA pode emitir uma recomendação formal de segurança durante ou no final de uma investigação, dependendo do nível de risco associado e da extensão da ação corretiva, realizada pela organização relevante. Quando as recomendações de segurança são emitidas, centram-se em descrever claramente a questão da segurança em causa, em vez de fornecer instruções ou opiniões sobre um método preferido de ação corretiva. Tal como acontece com as organizações

congéneres, o GPIAA não tem poder para impor a aplicação das suas recomendações. É uma questão para a entidade à qual uma recomendação do GPIAA é direcionada, avaliar os custos e benefícios de quaisquer meios específicos de abordar uma questão de segurança.

Quando o GPIAA emite uma recomendação de segurança para uma pessoa, organização ou agência, estes devem fornecer uma resposta, por escrito, no prazo de 90 dias.

Essa resposta deve indicar se aceitam a recomendação, quaisquer razões para não aceitar a totalidade ou parte da recomendação, e detalhes de eventuais medidas de segurança propostas para a aplicação da recomendação.

O GPIAA pode, ainda, considerando tratar-se uma questão de segurança, emitir avisos de segurança, sugerindo que uma entidade ou um setor da indústria tome medidas tidas por convenientes, ou direcionadas para aumentar a consciencialização geral de informações de segurança importantes para a indústria.

**NOTAS**

O único objetivo deste relatório técnico é retirar ensinamentos que possam ajudar a prevenir acidentes futuros.

A investigação de segurança é um processo técnico com o objetivo da prevenção de acidentes e incidentes e compreende a recolha e análise de evidências, a fim de determinar as causas e, se necessário, emitir recomendações de segurança.

Em conformidade com o Anexo 13 da Convenção da Organização Internacional de Aviação Civil (Chicago, 1944), do Regulamento da UE nº 996/2010 do Parlamento Europeu e do Conselho (20 de outubro de 2010) e do nº 3 do artigo 11º do Decreto-Lei nº 318/99 (11 de agosto de 1999), o único objetivo desta investigação é prevenir acidentes e incidentes na aviação.

Não é o objetivo de qualquer processo de investigação e do relatório de investigação associado, desenvolvido e elaborado pelo GPIAA, atribuir culpa ou responsabilidade.

# ÍNDICE

**ABREVIATURAS**

| | |
|---|---|
| AC | Advisory Circular |
| ACARS | Airborne Communication Addressing and Reporting System |
| ACMS | Aircraft Condition Monitoring System |
| ALS | Approach Lighting System |
| Alt | Altitude |
| AMJ | Advisory Material Joint |
| ARFF | Aviation Rescue and Fire Fighting |
| ATC | Air Traffic Control |
| ATIS | Automatic Terminal Information Service |
| ARC | Aviation Rulemaking Committee |
| ATO | Aviation Training Organization (previously TRTO) |
| ATOW | Actual Take-off Weight |
| AZFW | Actual Zero Fuel Weight |
| BEA | Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile |
| CAAP | Civil Aviation Advisory Publication |
| CAR | Civil Aviation Regulation |
| CAS | Computed Air Speed |
| CAVOK | Ceiling and Visibility OK |
| CD | Compact Disc |
| CG | Centre of Gravity |
| CL | Climb Thrust |
| CONF | Configuration |
| CS | Certification Specifications |
| CVR | Cockpit Voice Recorder |
| DAR | Digital ACMS Recorder |
| DFDR | Digital Flight Data Recorder |
| DOI | Dry Operating Index |
| DOW | Dry Operating Weight |
| EASA | European Aviation Safety Agency |
| ECAC | European Civil Aviation Conference |
| ECAM | Electronic Centralised Aircraft Monitor |
| EAT | Expected Approach Time |
| ETA | Estimated Time of Arrival |
| EFB | Electronic Flight Bag |

**ABREVIATURAS (continuação)**

| | |
|---|---|
| EFIS | Electronic Flight Instrument System |
| EPR | Engine Pressure Ratio |
| FAA | Federal Aviation Administration (United States) |
| FADEC | Full Authority Digital Engine Control |
| FAST | Fatigue Avoidance Scheduling Tool |
| FCOM | Flight Crew Operating Manual |
| FCTM | Flight Crew Training Manual |
| FCU | Flight Control Unit |
| FDR | Flight Data Recorder |
| FLEX | Flexible (take-off) |
| FLTOW | Flex Limiting Take-off Weight |
| FLX/MCT | FLEX/Maximum Continuous Thrust |
| FMC | Flight Management Computer |
| FMGC | Flight Management and Guidance Computer |
| FMGS | Flight Management and Guidance System |
| FMS | Flight Management System |
| FOM | Flight Operations Manual |
| FRMS | Fatigue Risk Management System |
| ft | Feet |
| GPIAA | Air Accident Investigation Board (Portugal) |
| GW | Gross Weight |
| GWCG | Gross Weight Centre of Gravity |
| HF | High Frequency |
| ICAO | International Civil Aviation Organization |
| ILS | Instrument Landing System |
| INAC | Portugal Civil Aviation Authority |
| IRU | Inertial Reference Unit |
| JAA | Joint Aviation Authorities |
| JAR | Joint Airworthiness Regulations |
| JOEB | Joint Operation Evaluation Board |
| kg | Kilogram |
| kN | Kilonewton |
| kts | Knots |
| LAA | Laboratoire d’Anthropologie Appliquée |

**ABREVIATURAS (continuação)**

| | |
|---|---|
| LAW | Landing Weight |
| LPC | Licence Proficiency Check |
| m | Metres |
| M | Magnetic |
| MAC | Mean Aerodynamic Chord |
| MCDU | Multi-purpose Control and Display Unit |
| MFF | Mixed Fleet Flying |
| MSN | Manufacturer Serial Number |
| MTOW | Maximum Take-off Weight |
| NASA | National Aeronautics and Space Agency |
| NLR | Dutch National Aerospace Laboratory |
| NTSB | National Transportation Safety Board (United States) |
| OPC | Operator's Proficiency Check |
| OPT CONF | Optimum Configuration |
| PDC | Pre-departure Clearance |
| PF | Pilot Flying |
| PFD | Primary Flight Display |
| PIC | Pilot in Command |
| PM | Pilot Monitoring |
| POB | Persons on Board |
| QRH | Quick Reference Handbook |
| RNAV | Area Navigation |
| SAE | Society of Automotive Engineers |
| SFS | Senior Flight Steward |
| SID | Standard Instrument Departure |
| SOP | Standard Operating Procedures |
| TALCA | Take-off and Landing Performance Assessment |
| THS | Trimable Horizontal Stabiliser |
| TODC | Take-off Data Calculation |
| TO/GA | Take-off / Go-around |
| TOPMS | Take-off Performance Monitoring System |
| TOS | Take-Off Securing Function |
| TOW | Take-off Weight T |
| TRTO | Type Rating Training Organization (recently ATO) |

**ABREVIATURAS (continuação)**

| | |
|---|---|
| ULR | Ultra Long Range |
| UTC | Coordinated Universal Time |
| V1 | Decision Speed |
| V2 | Take-off Safety Speed |
| VHF | Very High Frequency |
| VLOF | Lift-off Speed |
| VMU | Minimum Unstick Speed |
| VR | Rotation Speed |
| ZFW | Zero Fuel Weight |
| ZFWCG | Zero Fuel Weight Centre of Gravity |

# INFORMAÇÃO GERAL

Foto 1: CS-TGU, fotografia de Andrea Zaratin (planes spotters.net)

| | |
|---|---|
| Número de identificação | 02/ACCID/2013 |
| Classificação | Acidente |
| Data, hora[1] da ocorrência | 02/03/2013, 21:10 horas |
| Localização da ocorrência | Aeroporto João Paulo II, Açores |
| Operador | SATA INTERNACIONAL |
| Registo | CS-TGU |
| Tipo de aeronave | Airbus 310-300 |
| Categoria de aeronave | Avião de passageiro bimotor |
| Tipo de voo | Voo comercial regular |
| Fase da operação | Aterragem |
| Danos na aeronave | Danos estruturais substanciais na cauda |
| Tripulação | 2 + 6 |
| Passageiros | 117 |
| Lesões | Nenhumas |
| Outros danos | Nenhuns |
| Condições de luz e atmosféricas | Noite e chuva |

**A ocorrência foi inicialmente classificada pela anterior equipa de investigação do GPIAA como um incidente; no entanto, como a aeronave sofreu danos estruturais substanciais, o evento foi reclassificado como um acidente. De acordo com o Anexo 13 da ICAO e com os danos efetivamente incorridos "*the aircraft sustained substantial damage which adversely affected the structural strength, performance and flight characteristics and required major repair and replacement of the affected components*".**

[1] Todas as horas neste relatório são UTC excepto se especificado.

## SUMÁRIO

No dia 02 de março de 2013, o avião Airbus A310-304, registo CS-TGU, operado pela SATA Internacional, identificativo de chamada RZO129 e MSN 0571 fazia um voo regular entre Lisboa e Ponta Delgada na ilha de São Miguel, nos Açores, Portugal. No aeroporto de destino, cerca das 21:10 UTC, durante a fase de arredondar, a aeronave saltou e foi colocada numa atitude de nariz em cima elevada que, associada a uma compressão do trem principal, causou o contacto da cauda com a superfície da pista.

De acordo com a informação *VOLMET* copiada pela tripulação às 20:35 (± 35 minutos antes do evento) e subsequentemente às 21:00, o tempo, no aeroporto de Ponta Delgada, caracterizava-se por céu pouco nublado, aguaceiros ligeiros, uma temperatura do ar de 14º com um ponto de orvalho de 12ºC e uma pressão atmosférica de 997 hPa. A principal alteração nos dados do *VOLMET* era relativa à observação do vento que tinha variado de 150º com 14 e rajada de 27kts variando a direção entre 120º e 180º M para uma direção posterior de 180º M com 14kts. Apesar do aumento angular na componente de vento de cauda e mesmo tendo sido atribuída a pista 12, a tripulação optou por aterrar na pista 30, equipada com ILS, considerando que a componente de vento de cauda (7kts) estava dentro dos limites aceitáveis.

## VELOCIDADE TERRENO INADEQUADA NÃO DETETADA DEVIDO A EFEITOS DE VENTO DE CAUDA

É comummente aceite que os erros são possíveis quando se calcula a performance de descolagem e / ou aproximação & aterragem. Como resultado, os tripulantes são obrigados a seguir os SOP que incluem a conclusão de várias verificações após o cálculo. Verificou-se que uma série de fatores relacionados com o desempenho humano foram associados durante a noite do evento e tornou as verificações ineficazes. Esses fatores incluem a interferência e os efeitos de expectativa ao realizar comparações numéricas simples.

Nos procedimentos de investigação, o GPIAA observou que este acidente de bater com a cauda não foi um evento isolado e que tinha havido numerosos incidentes e acidentes relacionados com parâmetros de performance de descolagem e aterragem erróneos antes de Março de 2013. O GPIAA tem vindo a analisar estudos de investigação de segurança para descobrir os erros de entrada e cálculo da performance na descolagem e aterragem, que resultaram em embates com cauda (perspetiva global revendo os fatores envolvidos numa série de incidentes e acidentes nos 10 anos anteriores a 2013).

Um dos estudos foi levado a cabo pelo *Laboratoire d'Anthropologie Appliquée* (em nome do *BEA- Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile)*, a autoridade francesa de investigação. Eles descobriram que a forma como os erros de cálculo de performance ocorrem varia e podem ser associados a qualquer tipo de operador ou de aeronave.

O GPIAA concluiu que, devido à grande variação de pesos e parâmetros de performance à descolagem e aterragem, experimentada por qualquer tripulação de voo durante as operações normais, os valores de performance de descolagem e/ou parâmetros de aterragem não são suficientes para alertar a tripulação de um situação de erro grosseiro. Essa incapacidade de fazer um teste "razoável" dos parâmetros de performance também foi identificado no estudo francês que se aplica a um grupo piloto muito mais amplo. Com muitos pilotos a operar uma gama de aeronaves de transporte num ambiente de voo de frota mista, a gama de parâmetros experimentados está a aumentar e, com pouca orientação sobre como gerir a consequente perda de verificações de "razoabilidade" Esta questão continua a ser um problema significativo para a frota mundial.

## PERFORMANCE DE ATERRAGEM DEGRADADA NÃO DETETADA

A tripulação do CS-TGU tinha planeado uma aproximação direta à pista 30 de LPPD embora devido ao vento, a pista em uso fosse a 12. A utilização do (*Auto Throttle) Potencia Automática* para a aterragem executada conforme o SOP do operador (*A/THR retard mode active around 30 feet*). A velocidade de aproximação, calculada no TOD (cerca de 30 minutos antes do ETA) assumindo operações normais (componente de vento de cauda dentro do limite de 10kts) induziu parâmetros de performance errados que não foram detetados na fase final da aproximação (velocidade terreno e fator de vento de cauda). Como resultado não havia nada que impedisse a tripulação de tentar aterrar utilizando aqueles parâmetros. A utilização de parâmetros de performance inadequados resultaram numa velocidade de terreno excessiva para uma aterragem segura envolvendo um toque único. Como resultado e de acordo com as condições locais de rajada de vento de cauda (e cruzado) associada a uma razão de descida ligeiramente elevada, o arredondar foi executado com uma razão rápida enquanto o trem de aterragem principal (primeiro o direito e depois o esquerdo) era comprimido. O resultado foi uma aterragem firme com

abertura dos “*spoilers*” seguido de uma tendência aerodinâmica natural de nariz em cima, durante a fase de ressalto.

À medida que a aeronave perdia velocidade e provavelmente encontrava uma variação de vento com menor intensidade, conjugada com uma atuação rápida e inadvertida do comando de nariz em cima na coluna de controlo, contribuíram para a dissipação da maior parte de energia cinética durante o embate com a cauda. A escolha de “*Auto Brakes*” em “*MEDIUM*” também diminuiu substancialmente a distância de aterragem evitando o risco inerente a uma saída de pista e às consequências associadas.

Neste caso, a deteção da degradação na performance teria exigido ao “*Pilot Monitoring*” “Piloto em Monitorização” ambas as vigilâncias, da velocidade atual e da velocidade mínima terrestre na aproximação. Durante qualquer fase de aproximação há diferentes tipos de “*call out*” “chamadas de atenção” que o PM é obrigado a fazer quando observa algumas excedências claramente definidas. Estes “*call out*” são mandatários em todas operações em ambiente de tripulação e são definidos pela maioria dos fabricantes de aeronaves e operadores. Com interesse especial para este evento há o “*call out Speed*” “chamada atenção velocidade” (desvio de $V_{APP}$+10kts ou $V_{APP}$-5kts): a velocidade indicada e mostrada no PFD consiste em KIAS e não em velocidade terreno. Como resultado, neste evento, a velocidade excessiva passou como não detetada. A tripulação baseou-se na sua experiência empírica voando com referências visuais para aterrar à noite (velocidade e atitude).

Como o impulso reduzido de potência durante a aterragem otimiza a performance para as condições de pista locais e peso da aeronave, a aceleração da aeronave pode variar em cada aterragem. Devido às variações das condições da pista e pesos experimentados pelas tripulações em operações de transporte civil, essa variação pode ser bastante elevada e não estar necessariamente ligada de uma forma direta ao peso da aeronave. Assim, as tripulações não podem detetar com segurança e em tempo, a degradação da performance enquanto não acontecer algo mais óbvio, tal como, durante a aproximação, a zona de toque duma pista. Esta perceção, tardia do erro, inibe a maioria das decisões de descontinuar a aproximação numa altitude segura através do procedimento de borrego (que se torna mais difícil devido ao tempo de resposta que um motor de turbina demora para fornecer toda a potência, tempo de *spool up*).

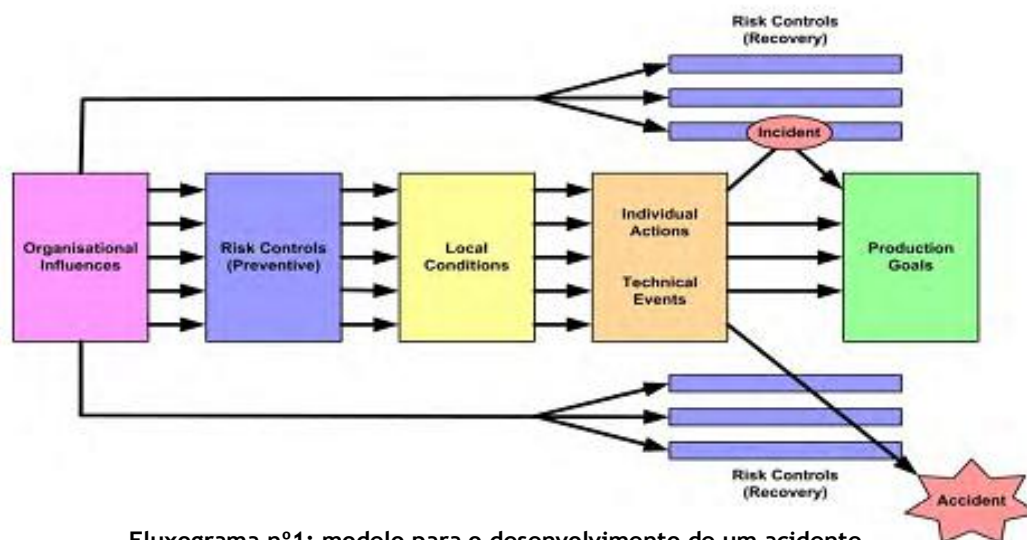
## AÇÕES DE SEGURANÇA

O GPIAA endereçou recomendações de segurança para o operador: SATA Internacional, para a Entidade gestora dos aeroportos: ANA - Aeroportos de Portugal, SA, para o prestador de serviços de navegação aérea: NAV- I.P. e um aviso de consultoria de segurança para a Autoridade Reguladora; INAC (e *Flight Safety Foundation*), num esforço de minimizar a probabilidade de futuros eventos semelhantes.

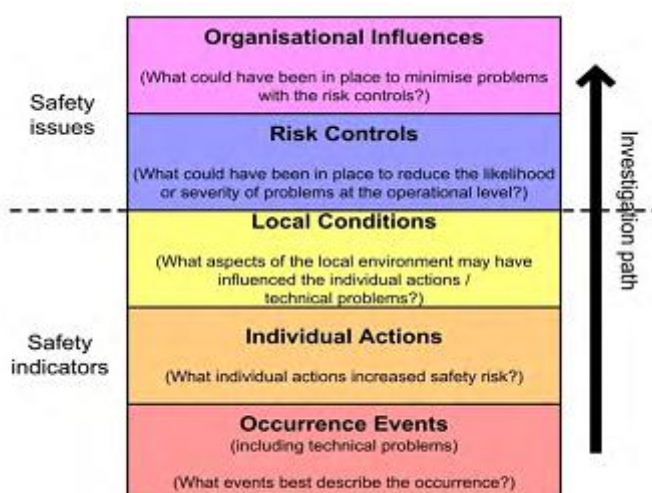
## METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

Uma organização atinge as suas metas de produção através duma combinação de eventos e condições. Diferentes organizações têm diferentes metas, por exemplo, a meta de produção dum operador de transporte é o transporte de passageiros e carga de um local para outro duma forma eficiente e segura. Na maioria das situações, as metas de produção serão alcançadas; no entanto, em algumas situações vários eventos e condições combinam-se para produzir um evento de ocorrência onde o sistema “sai fora de pista”. Se esses eventos não forem impedidos por alguma forma de controlo, pode resultar num acidente.

## O MODELO DO GPIAA

A Autoridade de Investigação Nacional – GPIAA segue o modelo "*Reason*" [2] das causas do acidente, baseado no erro humano. O modelo apresentado no fluxograma nº1 mostra o desenvolvimento dos incidentes (onde uma situação menos segura se desenvolve, mas o controlo eficiente dos riscos retorna-o para as metas de produção), e acidentes (onde o controlo dos riscos foram ineficientes em recuperar a condição insegura).

**Fluxograma nº1: modelo para o desenvolvimento de um acidente**

Sabe-se que o modelo não tenta descrever toda a complexidade envolvida no desenvolvimento dum acidente, mas tenta fornecer uma moldura geral como guia de ajuda à coleta de dados e análise das atividades durante uma investigação.

Para fins de análise, o modelo adotado pelo GPIAA, para o desenvolvimento de um acidente, é representado pelo modelo de análise duma investigação (Fluxograma nº 2). Os componentes deste modelo podem ser apresentados como uma série de níveis de potenciais fatores de segurança.

**Fluxograma nº2: modelo de análise de investigação do GPIAA**

[2] Reason, J. (1990). Human Error. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Do ponto de vista de investigação, a forma mais útil de usar o modelo para identificar os fatores potenciais de segurança é começar a partir dos eventos de ocorrência e trabalhar até as influências organizacionais (o percurso de investigação).

Os 5 níveis de fatores no modelo de análise de investigação seguidos pelo GPIAA são definidos do seguinte modo:

- **Eventos de ocorrência** são os eventos chave que descrevem a ocorrência ou "o que aconteceu". Exemplos incluem falhas técnicas, perda de controle da aeronave, perda da separação e despiste no final da pista, etc...
- **Ações individuais** são comportamentos observáveis realizadas pelo pessoal operacional. Tais ações podem descrever como os eventos de ocorrência aconteceram. É amplamente reconhecido que as pessoas cometem erros todos os dias e as tripulações de voo não são exceção. É mais produtivo para considerar as ações que aumentam o risco (probabilidade e/ou o nível de consequências) como ações que não deve ocorrer em situações semelhantes no futuro, ao invés de falhas dos indivíduos envolvidos. Melhorias na segurança da aviação não vão ocorrer, concentrando-se exclusivamente em eliminar o erro humano e as violações, mas também garantindo que existem controlos adequados em vigor para garantir que, quando os erros e as violações ocorrem, eles não levam a um acidente.
- **Condições locais** são aquelas condições que existem no contexto imediato ou ambiente em que ocorrem as ações individuais ou eventos de ocorrência, e que podem ter uma influência sobre essas ações e eventos. As condições locais podem aumentar a probabilidade de ações individuais que aumentam o risco de segurança. Exemplos incluem a natureza da tarefa e do ambiente físico.
- **Controlos de risco** são as medidas postas em prática por uma organização para facilitar e assegurar o desempenho seguro do pessoal operacional e dos equipamentos. Os dois principais tipos de controlos de risco são preventivos e de recuperação, da seguinte forma:
  - ✓ Prevenção de controlos de risco, são medidas de controlo aplicadas para minimizar a probabilidade e consequência das condições locais indesejáveis, ações individuais e eventos de ocorrência. Esses controlos facilitam e guiam o desempenho no nível operacional para garantir que as ações individuais e eventos técnicos são conduzidos de forma eficaz, eficiente e segura. Tais controlos podem incluir procedimentos, treino, desenho de equipamento e sistemas de gestão de risco de fadiga.
  - ✓ Recuperação de controlos de risco, são medidas de controlo instituídos para detetar e corrigir, ou pelo menos minimizar, os efeitos adversos das condições locais, ações individuais e eventos de ocorrência. Estes controlos de "fim de linha" incluem sistemas de alerta, equipamentos de emergência e procedimentos de emergência.
- **Influências organizacionais** são as condições que estabelecem, mantém ou, pelo menos, influenciam a eficácia dos controles de risco de uma organização. Existem dois tipos principais de influências organizacionais: as condições de organização internas e as influências externas. Essas influências são definidas da seguinte forma:
  - ✓ Condições organizacionais internas são os processos de gestão de segurança e outras características de uma organização que influenciam a eficácia dos seus controlos de risco. Os processos de gestão de segurança incluem atividades como a identificação de perigos, avaliação de riscos, gestão de mudanças e monitoramento de desempenho do sistema.

- ✓ Influências externas são os processos e as características das organizações externas que influenciam a eficácia dos controles de risco de uma organização e as condições organizacionais. Essas influências podem incluir as normas reguladoras e vigilância prestadas pelas agências reguladoras. Também inclui uma série de normas e de outras influências fornecidos por organizações como associações industriais e organismos internacionais de normalização.

Embora alguns desses fatores estejam associados às ações dos indivíduos ou organizações, é essencial observar que o objetivo principal de uma investigação de segurança é identificar as questões de segurança - ou seja, os fatores de segurança que podem ser corrigidos para aprimorar a segurança de futuras operações. De acordo com a *International Civil Aviation Organization (ICAO) International Standards and Recommended Practices, Annex 13 to the Convention on International Civil Aviation, Aircraft Accident and Incident Investigation*; e o Regulamento (UE) n.º 996/2010, o objetivo da investigação de acidentes e incidentes é prevenir a ocorrência de acidentes futuros e não atribuir a culpa ou responsabilidade.

## EVIDÊNCIAS CONCLUSIVAS

O resultado da investigação e análise é a identificação de um conjunto de resultados de ocorrência. Essas constatações estão listadas na secção "*Findings*" Evidências Conclusivas do relatório e são definidos e classificados da seguinte forma:

- **Fator de segurança:** um evento ou condição que aumenta o risco de segurança. Em outras palavras, é algo que, se ocorresse no futuro, aumentaria a probabilidade de uma ocorrência, e/ou a gravidade das consequências adversas associadas com a ocorrência. Os fatores de segurança incluem os eventos de ocorrência (por exemplo, uma falha de motor), ações individuais (por exemplo, erros e violações), as condições locais, os controles de riscos correntes e as influências organizacionais.
- **Fator contributivo:** um fator de segurança que, se não tivesse ocorrido ou existisse no momento da ocorrência, então: (a) a ocorrência provavelmente não teria ocorrido; ou (b) as consequências adversas associadas à ocorrência provavelmente não teria ocorrido ou ter sido tão grave, ou (c) um outro fator contributivo de segurança provavelmente não teria ocorrido ou existido.
- **Outro fator de segurança:** um fator de segurança identificados durante uma investigação ocorrência que não se enquadram na definição de fator contributivo de segurança, mas ainda foi considerado importante para se comunicar num relatório de investigação no interesse da melhoria da segurança dos transportes.
- **Outras evidências chave:** qualquer conclusão, outra para além da associada aos fatores de segurança, considerada importante para incluir num relatório de investigação. Tais constatações podem resolver problemas de ambiguidade ou controvérsia, descrever cenários ou fatores de segurança possíveis, quando as conclusões dos fatores de segurança concretos não puderem ser feitas, ou indicar eventos ou condições que "salvaram o dia" ou desempenharam um papel importante na redução do risco associado a uma ocorrência.
- **Questão de segurança:** um fator de segurança que (a) pode razoavelmente ser considerada como tendo o potencial de afetar adversamente a segurança das operações futuras, e (b) é uma característica de uma organização ou de um sistema, ao invés de uma característica de um indivíduo específico ou característica de um ambiente operacional num ponto específico no tempo.

## NÍVEL DE RISCO DE QUESTÃO DE SEGURANÇA E AÇÃO DE SEGURANÇA

A avaliação do GPIAA, ao nível de risco associado a uma questão de segurança, é observada na secção Evidências Conclusivas do relatório de investigação. Reflete o nível de risco no momento da ocorrência. Esse nível de risco pode, posteriormente, ter sido reduzido como resultado de ações de segurança tomadas por indivíduos ou organizações durante o decorrer duma investigação.

As questões de segurança são geralmente classificadas em termos do nível de risco da seguinte forma:

- **Crítica:** associado a um nível de risco intolerável e geralmente levando à emissão imediata de uma recomendação de segurança a menos que medidas corretivas de segurança já tenham sido tomadas.
- **Significativo:** associado a um nível de risco considerado aceitável se for mantida tão baixa quanto razoavelmente praticável. O GPIAA pode emitir uma recomendação de segurança ou um aviso consultivo de segurança se avaliar que são praticáveis novas medidas de segurança.
- **Menor:** associado a um nível de risco aceitável em termos gerais, embora o GPIAA possa, por vezes, emitir um aviso consultivo segurança.

As medidas tomadas, ou propostas a serem tomadas, por uma pessoa, organização ou entidade, em resposta a uma questão de segurança, é classificada como uma ação de segurança. As ações de segurança reportadas ao GPIAA no momento da publicação do relatório são apresentadas na secção de Ações de segurança, do relatório.

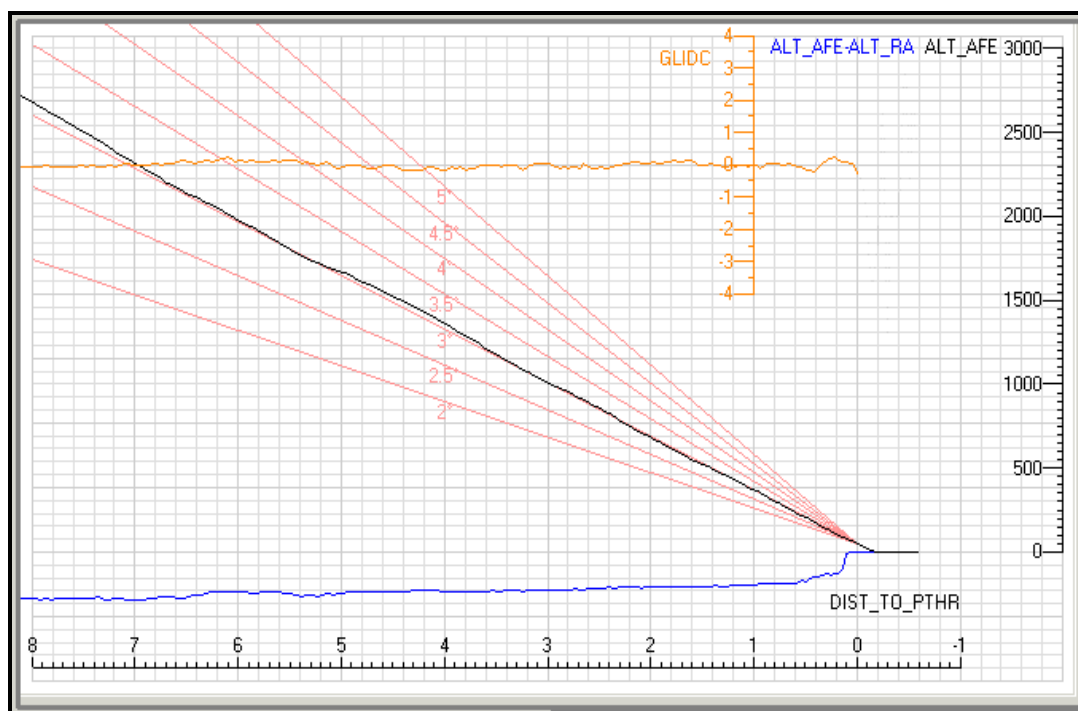
# 1. INFORMAÇÃO FACTUAL

## 1.1. HISTÓRIA DO VOO

A aeronave partiu do Aeroporto de Lisboa (LPPT) às 19:06 com destino ao aeroporto de Ponta Delgada (LPPD) na ilha açoriana de São Miguel. A bordo transportava 125 pessoas (8 tripulantes + 117 passageiros), 4591kg de carga e 16150kg de combustível, perfazendo uma ATOM de 111247kg (para uma MTOM de 157000kg). O centro de gravidade à descolagem era de 27.16, para um limite anterior e posterior de 20.00 e 32.15 respetivamente.

O Copiloto (CM2) foi designado como PF no voo para Ponta Delgada enquanto o Comandante seria o PF no voo de regresso a Lisboa (ver Nota abaixo). Antes de iniciar a descida, a tripulação copiou os dados do VOLMET (20:35) e continuou a voar com o Piloto Automático (AP) ligado em modo FD fazendo as seleções necessárias no FCU.

Após um voo sem ocorrências com cerca de duas horas, a aeronave estava estabelecida no ILS, para aterrar na pista 30 de LPPD, com uma massa à aterragem de 103 tons e uma MAC de 29.56 num envelope entre 18.0 e 34.5.

A aproximação final foi executada com ambos os AP engatados no modo *LAND* e o *Auto Throttle* engatado no modo *SPEED*, estando a aeronave estabilizada no eixo (localizador) e ladeira, com uma velocidade de aproximação $V_{APP}$ de 132Kts, para uma $V_{REF}$ de 126kt (Graf nº1).

**Graf nº1**

Aos 286ft (Rádio Altímetro) os AP foram desligados. A aeronave passou a ser voada manualmente, assistida pela utilização dos FD e A/THR.

Abaixo dos 20ft com uma razão de descida ligeiramente alta (2.25º) houve um pequeno arredondar seguindo de um pequeno ressalto com os *spoilers* estendidos. A tendência aerodinâmica natural seguinte da aeronave foi um aumento da atitude de nariz em cima que em conjugação com a força exercida na coluna de controlo com uma razão elevada (3º/s) levou a uma elevada atitude de nariz em cima (até 14.82º). Esta manobra,

provavelmente para evitar um contacto duro com a roda de nariz, fez com que a cauda embatesse no solo. Nesta altura os amortecedores do trem principal estavam completamente comprimidos e a angulo de incidência excedia o limite permitido entre o solo e a cauda de 13.2º.

A aeronave foi "taxiada" para a placa de estacionamento e a manutenção efetuou uma inspeção preliminar.

***Nota: A equipa de investigação atual não conseguiu determinar se a tripulação operava de acordo com os SOP na distribuição de tarefas entre PF e PM assim como estabelecer quem era o PF durante os eventos de aproximação e aterragem devido a falta de informação relevante do CVR, comunicações com o ATC e equipamento normalmente disponível no A310 (explicado com maior detalhe nas secções 1.11.1 e 1.9).***

## 1.2. LESÕES

Não houve lesões reportadas (Tabela nº1).

| LESÕES | TRIPULAÇÃO | PASSAGEIROS | OUTROS |
|---|---|---|---|
| Fatal | 0 | 0 | 0 |
| Grave | 0 | 0 | 0 |
| Menor/Nada | **0/8** | **0/117** | |

**Tabela nº1**

## 1.3. DANOS NA AERONAVE

Na inspeção preliminar e em conformidade com o *Aircraft Maintenance Manual* (AMM 05-51-11 & 05-51-21 AMM) a aeronave revelou danos graves[3] na parte de baixo da fuselagem traseira (Figura nº1), em que os painéis de revestimento inferiores foram desgastados por contacto com a superfície da pista (Fotos nº2, 3). Em algumas áreas, o revestimento ficou completamente desgastado em toda a sua espessura e alguns reforços verticais dobraram a área de fixação na estrutura de fuselagem (Foto nº4).

A equipa de manutenção reportou os seguintes danos:

- Painel de revestimento de barriga torto no Fr 77, entre Stgr 54/56 LH & RH e entre Fr 75 e Fr 78, entre Stgr 44/50 LH & RH;
- Rebites puxdos entre Stgr 50/47 LH & RH e Stgr 54/56 LH & RH, no Fr 77 e between entre Stgr 48/50 LH, no Fr 76;
- Desgaste do patim de cauda;
- Mastro do dreno da galé, à frente de fr 80/82, desgastado e torto devido a contato com a pista;
- Mastro de dreno da secção de fuselagem de cauda, depois de Fr 80/82, desgastado devido a contato com a pista;

[3] Com base nos danos da aeronave o GPIAA classificou este evento como um acidente. Consistente com a definição da ICAO descrita no Anexo 13 da Convenção de Chicago, um acidente é definido na Lei 318/99 como um assunto de investigação envolvendo uma aeronave quando o veículo é destruídos ou seriamente danificados, e necessita de uma operação de manutenção importante.

- Fr 77 reforços diagonais cortados e reforços verticais dobrados na área de ligação com os Fr 77 tubos cruzados;
- Fr 77 tubos cruzados tortos no reforço da área de ligação (dobrado para trás);
- Fr 77 encaixe inferior torto (dobrado para a frente com o rebordo inferior torto) em Stgr 48/49 LH & RH;
- Fr 77 reforço de fixação em laço dobrado na zona de aperto referida acima;
- Fr 76 reforço de fização em laço, dobrado entre Stgr 48/50 LH;
- Fr 77 teia, em at Stgr 42 LH & RH, torto;
- Reforços entre Fr 77/78, interior de Y1137, torto.

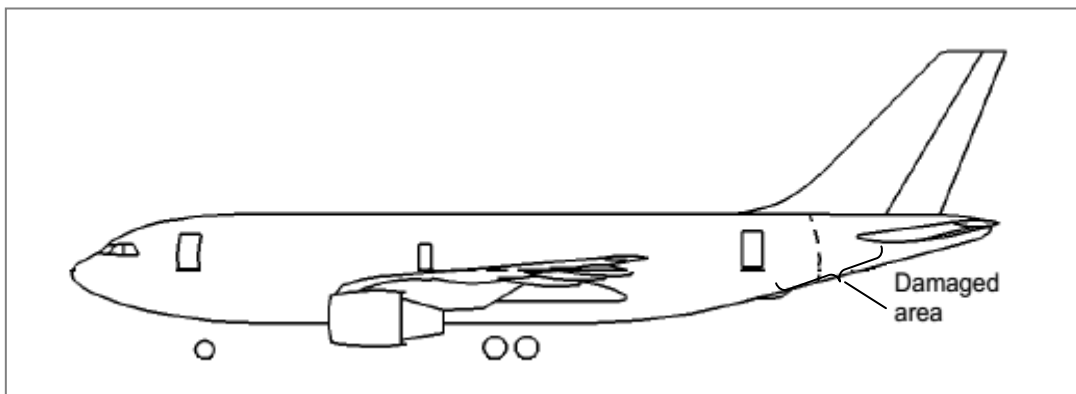



**Figura n.º1: Desgaste no revestimento**

**Foto nº2: Vista do patim de cauda e danos na área circundante**

*Figure 1*

*Figure 2*

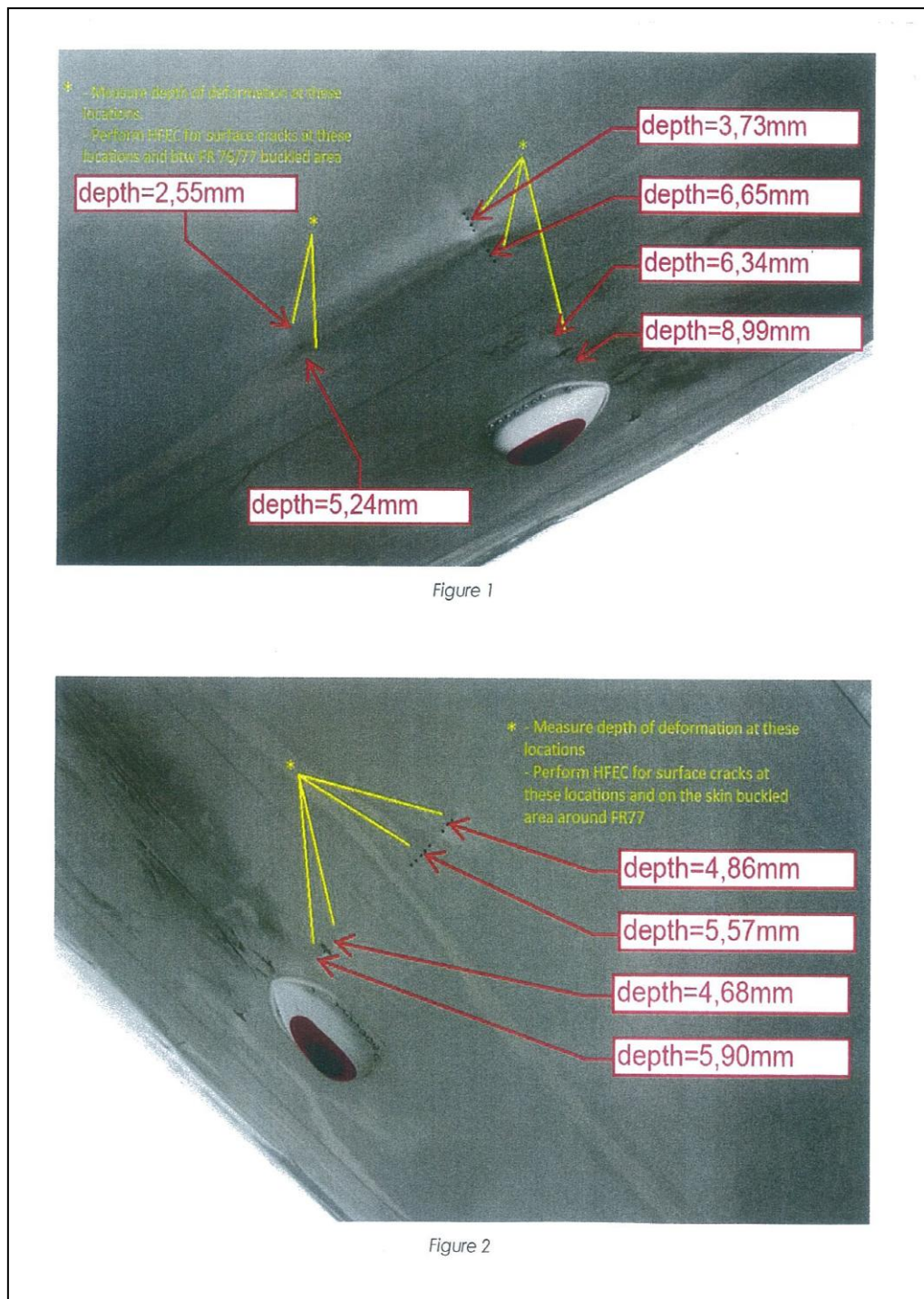



**Foto nº3: Análise detalhada do patim de cauda e danos na área circundante**

**Foto nº4: Danos estruturais internos da cauda**

Numerosos quadros e longarinas da fuselagem traseira ficaram danificados devido ao atrito e força de choque durante o embate com a cauda. Os quadros danificados estavam deformados e alguns apresentavam fissuras. As escoras diagonais estavam cortadas e as escoras verticais dobradas na zona de ligação com Fr77. Os tubos cruzados dobraram na zona de ligação das escoras (dobraram na direção traseira).

Os dados obtidos do DFDR confirmam que ocorreu uma aterragem dura. De acordo com o pessoal de manutenção a aeronave sofreu danos para além do manual de reparação de estrutura, SRM e como resultado foi colocado no solo para reparação temporária em LPPD. O voo de ferry para Lisboa para reparação definitiva aconteceu a 24/03/2014. A aeronave foi dada como pronta para voo a 24/05/2013.

## 1.4. OUTROS DANOS

Não foram reportados danos a terceiros.

## 1.5. INFORMAÇAO PESSOAL

### 1.5.1. TRIPULAÇÃO DE VOO

À tripulação de voo que era composta por dois pilotos (Comandante e Oficial de Voo) foi referenciada a seguinte experiência e qualificações aeronáuticas relevantes (Tabela nº2):

| Referência | Comandante | | FO | |
|---|---|---|---|---|
| **Pessoal:** Sexo: | Masculino | | Feminino | |
| Idade: | 59 | | 42 | |
| Nacionalidade: | Portuguesa | | Portuguesa | |
| Licença de voo: | ATPL | | ATPL | |
| Validade: | 22-03-2013 | | 16-12-2015 | |
| Qualificações: | A310-300/600 | | A310-300/600 | |
| Último exame médico: | 05-03-2012 | | 16-11-2012 | |
| Restrições e/ou limitações: | VDL | | VDL | |
| **Experiência de voo** (horas): | **Total** | **No tipo** | **Total** | **No tipo** |
| Total: | 15 200 | 5 200 | 3 527 | 2 789 |
| Últimos 90 dias: | 51:31 | 51:31 | 78:28 | 78:28 |
| Últimas 4 semanas: | 17:12 | 17:12 | 17:12 | 17:12 |
| Última semana: | 02:25 | 02:25 | 02:25 | 02:25 |
| Último dia: | 02:25 | 02:25 | 02:25 | 02:25 |
| **Tempo Voo efetivo** (horas): | **Atual** | **Máximo** | **Atual** | **Máximo** |
| Anual: | N/A | 1 800 | N/A | 1 800 |
| Últimos 90 dias: | 341:13* | 480 | 192:39 | 480 |
| Últimas 4 semanas: | 138:37 | 190 | 48:24 | 190 |
| Última semana: | 34:25 | 55 | 12:41 | 55 |
| Último dia: | 03:25 | 12 | 03:25 | 12 |
| * - Inclui tempo de escritório. | | | | |

**Tabela nº 2**

Ambos os pilotos tinham as licenças válidas e tinham obtido aproveitamento nas últimas verificações de simulador e linha. A única limitação que afetava a operação era que ambos os pilotos foram aconselhados a usar lentes corretivas e deviam levar um par de óculos de reserva.

**GESTÃO DOS RECURSOS DA TRIPULAÇÃO**

Devido à impossibilidade de recolher dados de voz do CVR, não há nenhuma informação gravada para determinar se a gestão dos recursos da tripulação estava de acordo com a SOP da companhia.

**NÍVEL DE ALERTA E FADIGA DA TRIPULAÇÃO**

A fadiga pode ser definida como um estado de comprometimento que podem incluir elementos físicos e/ou mentais associados com menor estado de alerta e desempenho reduzido. A fadiga pode comprometer a capacidade do indivíduo para um nível em que uma pessoa não pode continuar a executar tarefas com segurança e/ou eficácia.

Como afirmado anteriormente, a incapacidade de usar comunicações registadas através do CVR, durante os últimos 30 minutos do voo inibe uma investigação confiável na determinação dos sinais de fadiga (como silêncio, bocejos, etc...) e também de alerta (interação da tripulação de voo entre os membros da tripulação, a interação com o ATC, avisos sonoros da aeronave, etc...).

### 1.5.2. TRIPULAÇÃO DE CABINE

A tripulação de cabine era composta por um Chefe de Cabine e mais cinco Assistentes de Cabine, 4 femininos e 1 masculino. Todos os tripulantes de cabine estavam atualizados em relação aos requisitos de proficiência de emergência do operador.

## 1.6. INFORMAÇÃO DA AERONAVE

### 1.6.1. GERAL

A aeronave é da categoria de transporte, de alta capacidade, de asa baixa, foi fabricado na França, em 1991, com o número de construção 571 (Figura nº 2). A aeronave está equipada com dois motores *General Electric* CF6 80C2-A2 *turbofan* de alto *bypass* e foi configurado para acomodar 222 passageiros numa cabine de duas classes. A aeronave foi concebida e certificada para ser operado por dois pilotos.

A aeronave, de registo Português CS-TGU, é propriedade da *G.I.E.Tutack* e arrendada e operada pela SATA INTERNACIONAL, com as seguintes referências (Tabela nº 3):

| REFERÊNCIA | FUSELAGEM | # 1 MOTORES | # 2 |
|---|---|---|---|
| **Fabricante:** | Airbus | General Electric | |
| **Modelo:** | A310-304 | CF6 80C2-A2 | |
| **Nº de série:** | 571 | 695505 | 695489 |
| **Tempo de voo:** | 60612H | 52789H | 50822H |
| **Aterragens / Ciclos:** | 20239 | 17646 | 16808 |

**Tabela nº 3**

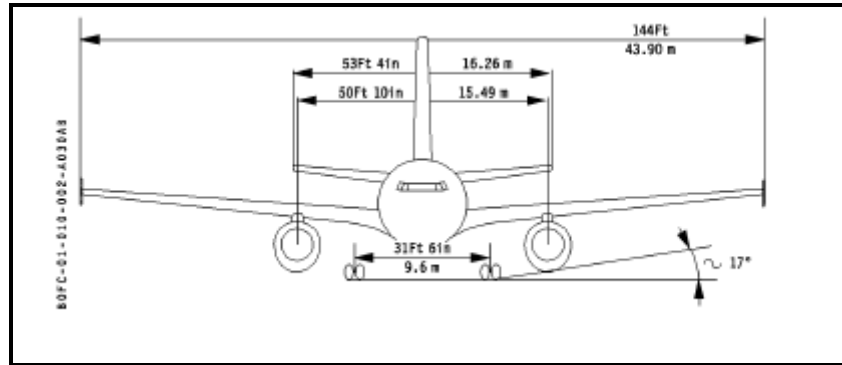



**Figura nº2 (A310-300)**

O seu certificado de aeronavegabilidade, emitido pelo instituto Nacional de Aviação Civil (INAC) estava válido até 19-04-2013 e a última inspeção tinha sido efetuada em 01-03-2013 (1 dia antes do evento).

### 1.6.2. GEOMETRIA DA AERONAVE

Com referência ao *Aircraft Flight Crew Operating Manual* (FCOM) emitida pelo fabricante descobrimos que a geometria do A310-300, com os amortecedores hidráulicos do trem principal completamente estendidos permite um ângulo de 14º 40 ' até a cauda entrar em contacto com o solo (Figura nº 3) e diminui para 13º com os amortecedores do trem principal totalmente comprimidos.

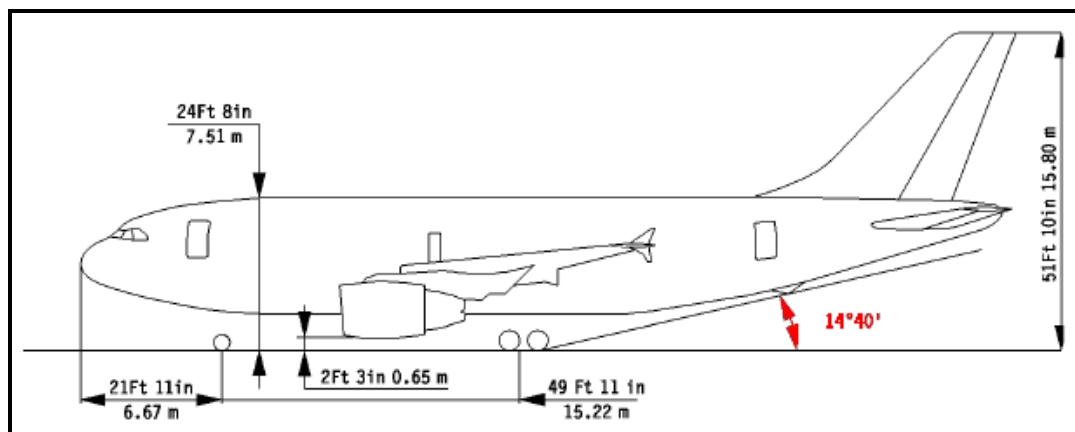



**Figura nº 3**

### 1.6.3. PROTECÇÃO E DETECAO DO EMBATE COM A CAUDA

A aeronave tinha um calço de patim de cauda para proteger a fuselagem de danos em caso de embate com cauda. A proteção contra o embate com a cauda era fornecida por procedimentos operacionais padrão, informações de referência e sistema de controlo de voo da aeronave.

Face a ocorrências de embate com a cauda a Airbus emitiu o Boletim FCOM nº 01/08 fornecendo informações adicionais gerais e diretrizes operacionais para evitar embates com a cauda. Um extrato do Boletim FCOM Nº 08/01 é mostrado abaixo (Figura nº 4):

A310 / A300-600 FCOM BULLETIN

N° 08/1
DATE : DEC 92
File in FCOM 2.20
Issued by AI/E-VO

SUBJECT N° 26 : AVOIDING TAIL STRIKES

3.1 Aircraft geometry limits

Two pitch attitudes are of primary importance:

- The geometry limit corresponding to main gear oleo fully extended (θ1);
- The geometry limit corresponding to main gear fully compressed (θ2).



**Touch-down attitude criteria**

The following table provides the ground clearance in degrees at landing (all numbers are mean value).

| Aircraft | θ max main gear oleo extended | θ APPR (Attitude at VREF (1) | θ Touch Down (Attitude at touch down VREF – 8 kt(2) | Margin (3) |
|---|---|---|---|---|
| A300 | 14°3 | 5°7 | 10° | 4°3 |
| A310 | 14°7 | 5° | 9°3 | 5°4 |
| A300-600 | 13°2 (3) | 5°2 | 9°4 | 3°8 |

(1) Flight path in approach = – 3°

(2) Flight path at touch-down = – 1°. Vertical velocity = approximately 3 ft/second.

(3) Margin = θ max- θ touch-down.

When the approach speed is increased by 5 kt, the margin increases by approximately 1°3 (attitude at touch-down decreased by 1°3).

We may conclude that tail strikes are mainly a function of landing attitude θ1. But rate of rotation and the indicated airspeed have also to be considered.

**Figura nº 4**

**INDICADOR DE LIMITE DE ATITUDE PARA EMBATE COM A CAUDA (NÃO DISPONÍVEL NESTA AERONAVE)**

A Airbus implementou um indicador de limite de atitude para embate com a cauda (Figura nº 5). Este é exibido no PFD durante a descolagem e aterragem. O indicador de limite de atitude tem a forma de um símbolo em 'V'. O ponto mais baixo representa a atitude máxima permitida no solo sem embater com a cauda. Durante a aterragem, o indicador progride do valor de atitude limite com os amortecedores hidráulicos do trem principais totalmente estendidos, para o valor limite de atitude com os amortecedores hidráulicos do trem principal comprimidos. A indicação desaparece automaticamente a partir dos PFD 3 segundos após a aterragem, quando se considera que o risco de um embate com a cauda é considerado como não estando mais presente.

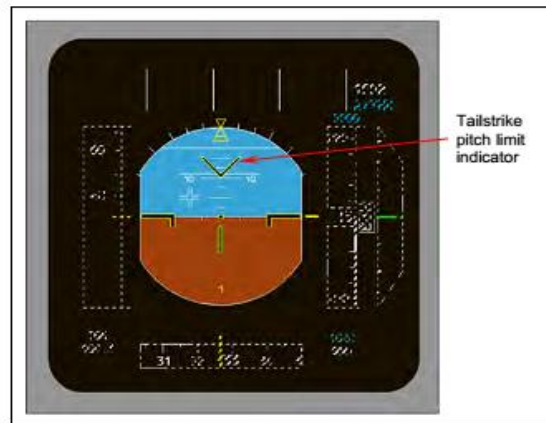



Figura nº 5

**Nota**: exemplo indicado para efeitos ilustrativos. O equipamento não estava presente nesta aeronave.

## 1.7. METEOROLOGIA

A tripulação reportou tempo não significativo em rota (Figura nº 6).

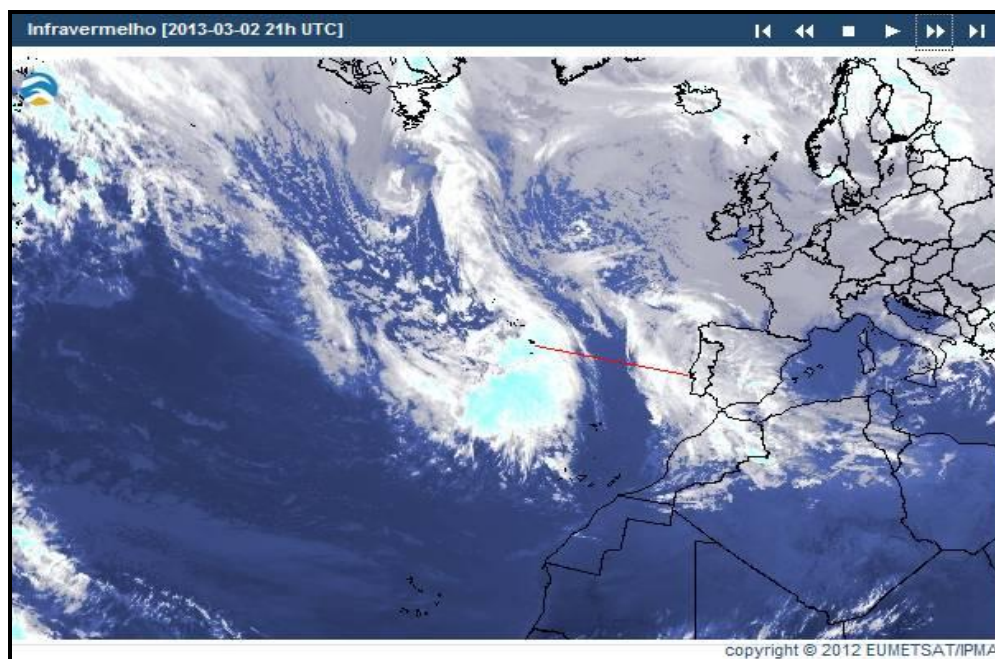



Figura nº 6

No destino, o céu estava com a base das camadas de nuvens espalhadas a 1.500 pés e 3.000 pés, com aguaceiros de chuvas ligeiros e ventos moderados a forte do quadrante sul. Os relatórios meteorológicos para o aeroporto de Ponta Delgada, emitidos pelos serviços de meteorologia e à disposição da tripulação via ACARS não mostraram variação significativa durante o período de voo, conforme reproduzido abaixo:

**METAR LPPD 021900Z 17013KT 9999 SCT020 15/12 Q0999**

**METAR LPPD 021930Z 17012KT 130V200 9999 SCT018 15/12 Q0998**

**METAR LPPD 022000Z 15012KT 9999 SCT018 15/13 Q0998**

**METAR LPPD 022030Z 15014KT 9999 -SHRA SCT016 14/12 Q0997**

**METAR LPPD 022100Z 17013KT 9999 -SHRA SCT015 SCT030 13/12 Q0997**

**METAR LPPD 022130Z 16015KT 130V190 9999 -RA FEW010 SCT020 BKN035 13/12 Q0995**

A aproximação e aterragem foram conduzidas na escuridão sem luar. O comandante reportou que aterrou com aguaceiros e que estava escuro, devido à falta de iluminação na área circundante da pista 30.

## 1.8. AJUDAS À NAVEGAÇÃO

Todos as ajudas à navegação estavam a funcionar normalmente. Os membros da tripulação de voo estavam a utilizar referências visuais para a aterragem de acordo com os procedimentos operacionais padrão, independente de quaisquer ajudas à navegação baseadas no solo.

## 1.9. COMUNICAÇÕES

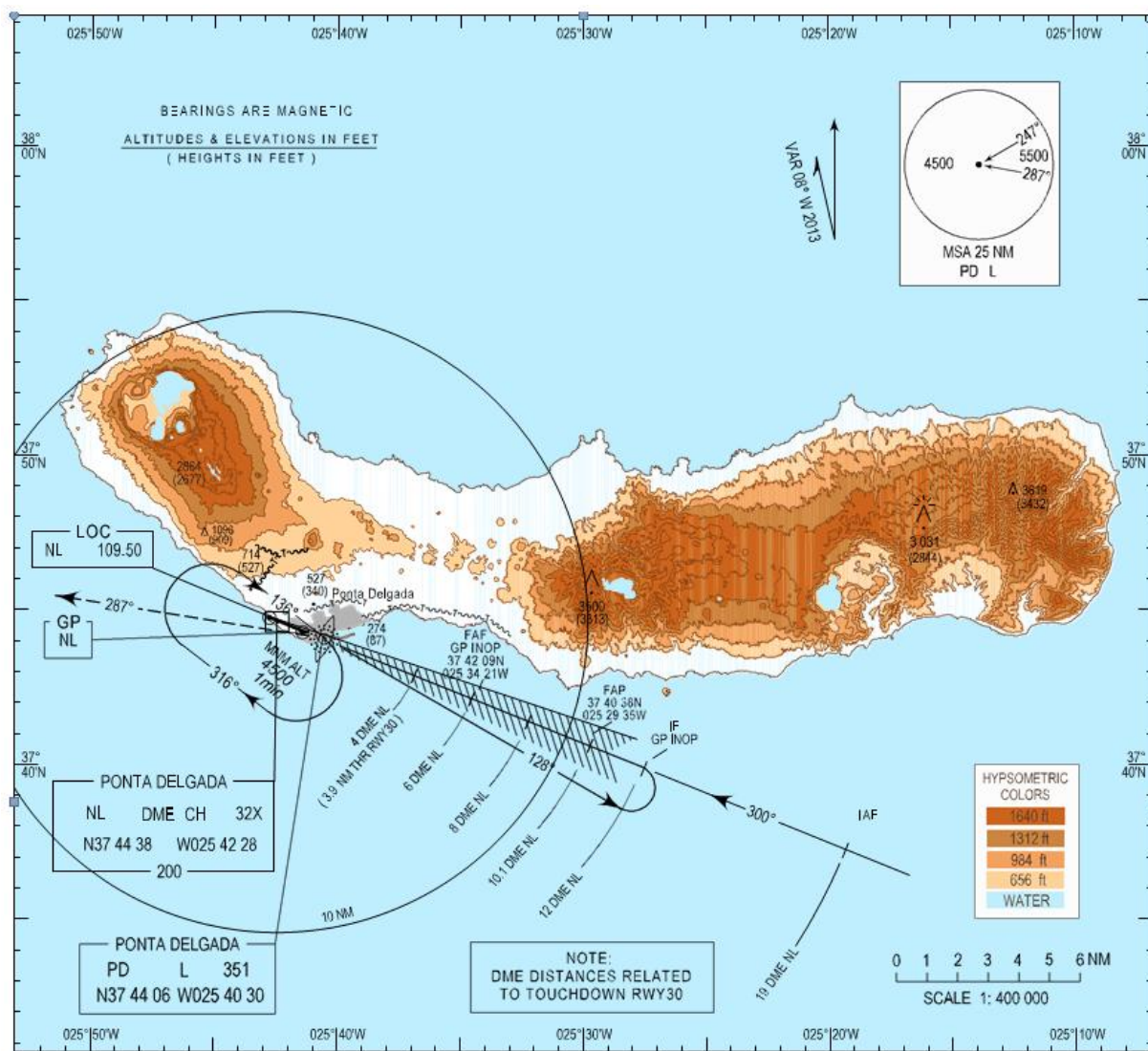
As comunicações com o ATC foram feitas principalmente através do rádio VHF tanto com a aproximação de Ponta Delgada como com a torre usando frequências VHF distintas. A aeronave também estava equipada com ACARS. A equipa de investigação atual não conseguiu determinar as comunicações estabelecidas entre a Aproximação e a Torre de LPPD e a tripulação de voo pois as gravações não foram solicitadas pela equipa de investigação anterior dentro do prazo devido.

### 1.9.1. COMUNICAÇÕES COM OS PASSAGEIROS

O Comandante não se dirigiu nem solicitou à tripulação de cabine que se dirigisse aos passageiros através do sistema de interfonia.

## 1.10. INFORMAÇÃO DE AEROPORTO

O aeroporto de Ponta Delgada (LPPD) está classificado como aeroporto internacional e está apetrechado com todos os equipamentos e serviços relacionados com a sua categoria, conforme especificado na AIP Portuguesa (Publicação de Informação Aeronáutica). Há apenas uma pista de aterragem com orientação 120° / 300° magnética com as pistas designadas 12 e 30, respetivamente, com uma altitude média de 260 pés acima do nível do mar e um declive elevado em todo o terreno para Norte, Noroeste e Nordeste

recomendando que todas as manobras de descolagem e borrego na pista 30 sejam executadas para a esquerda (Carta nº 2 e Apêndice C).

**Carta nº 2**

Conforme especificado na altura, no AIP, capítulo 2.22 Flight Procedures: *Ground rises significantly to the Northwest of the strip, especially on the Runway 30 extended centerline sector. Pilots must take special caution on the visual Approach (right hand) circuit to RWY12 and on missed approach and take-off from RWY30.*

Em junho 2013 foi instalado iluminação adicional e as informações adequadas foram publicadas no AIP (27-JUN-2013), na Visual Approach Chart e no capítulo 2.23 *Additional Information: a set of 8 aligned high intensity Type A and non-sequential flashing lights, spaced 60M, located 600M from THR 12 and 2200 left side of extended center line installed to identify natural obstacle (Coast) proximity during RWY12 approach operations (ver Carta nº3)*

**Carta nº 3**

Esta configuração do terreno está propensa a desenvolvimento de correntes verticais e cisalhamento do vento, especialmente com ventos fortes de sul ou leste.

### 1.10.1. PISTA

O aeroporto de Ponta Delgada tem uma pista com orientação 120º e 300 º M: pista 12/30 (Foto nº 5)

Foto nº 5

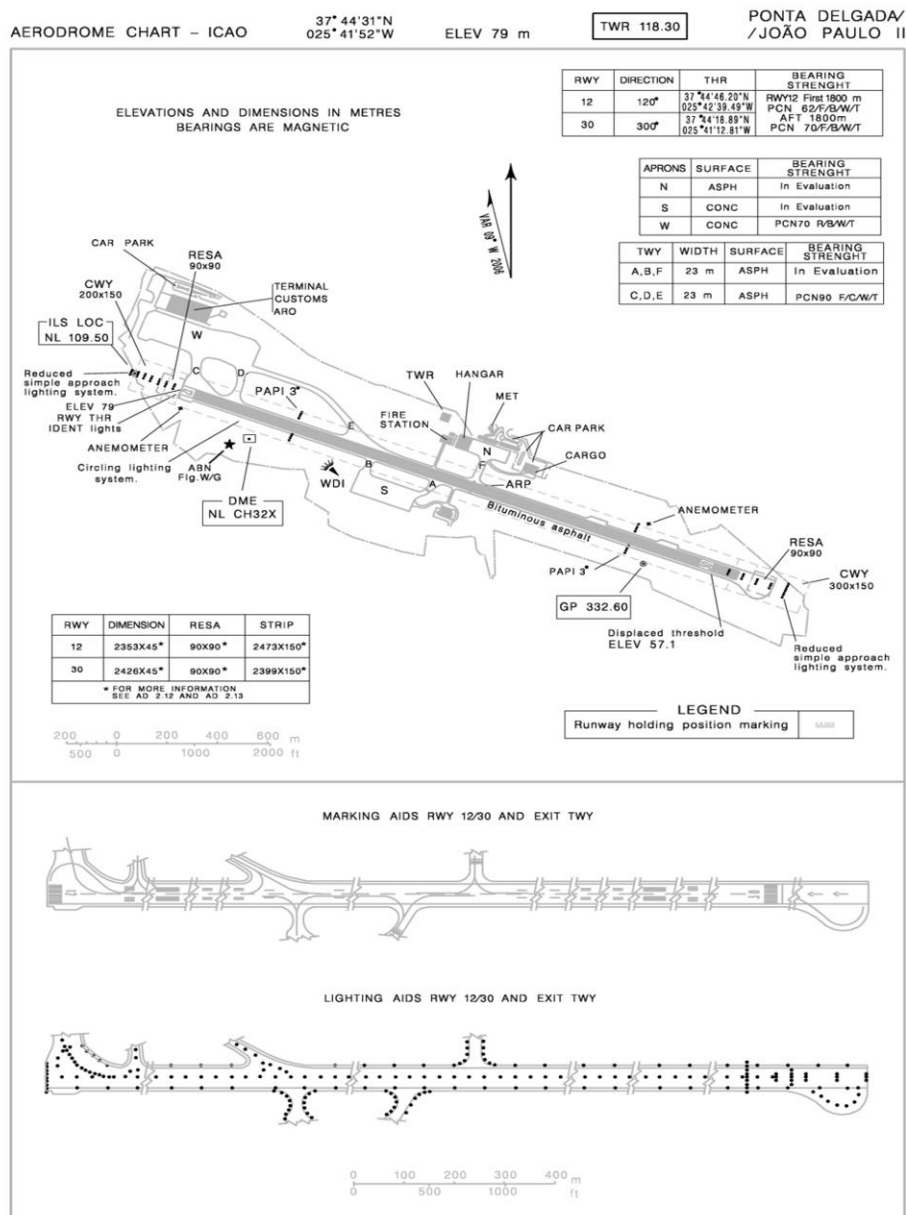
A pista 30 com uma distância disponível para aterragem (LDA) de 2248m (7345 pés) é servida por um ILS com Localizador 301ºM e uma ladeira com 3º. Além disso, um sistema de iluminação PAPI com 3º garante indicação visual de desvio. Há uma soleira deslocada com 240m do início da área alcatroada e um declive da pista de 1,2%.

A fase final da aproximação é feita sobre o mar até aos últimos 1300m, voada sobre a periferia sudoeste da cidade (Foto nº 6).

Foto nº 6

Na final curta, o terreno passa dos 88 pés para 165 pés de altitude numa distância horizontal de menos de 100m, o que provoca uma mudança repentina nas leituras do RA. Esta mudança de elevação é o principal motivo para o deslocamento da soleira e restrição a aproximações automáticas em ILS.

### 1.10.2. ILUMINAÇÃO

A iluminação dos caminhos de circulação, limites e centro de pista estão de acordo com os padrões ICAO[4] (Carta nº 4). A iluminação de centro de pista está de acordo com o publicado na AIP. As luzes são brancas até 900m do final da pista. Dos 900m até os 300m do final de pista, as luzes alternam entre vermelho e branco, e nos 300m finais a luzes de centro de pista são vermelhas. O espaçamento das luzes de limite de pista é de 60m nos últimos 600 e são amarelas sendo as luzes de fim de pista vermelhas. Para além das áreas de movimento imediatamente ao redor das instalações do terminal, o aeroporto não tinha iluminação geral de área, nem era necessário ter.

Carta nº4

[4] ICAO Annex 14, Aerodromes, Volume 1, Aerodrome and Operations, 6th edition.

## 1.11. GRAVADORES DE VOO

A aeronave estava equipada com três gravadores de voo conforme indicado, que foram recuperados da aeronave para *download* e análise:

- Gravador de Voz do Cockpit (CVR)
- Gravador de Dados de Voo (FDR)
- Gravador Digital ACMS[5] (DAR).

A instalação de um FDR e CVR era obrigatória para esta aeronave e o áudio gravado no CVR (30 minutos) e parâmetros registados no FDR estão definidos por legislação. Os dados do voo e voz foram armazenados dentro dos módulos de memória protegido contra colisão desses dois gravadores.

O DAR era um gravador opcional que foi usado para monitorização dos dados de voo e sistemas de aeronaves, conforme estipulado por exigências do operador. Os parâmetros DAR incluem a maioria dos parâmetros FDR, com parâmetros adicionais, tal como configurado pelo operador. As informações gravadas no DAR foram armazenados num cartão de memória removível e não estavam protegidas contra colisão. A representação gráfica de informações relevantes da aterragem obtida a partir do DAR é apresentada na seção 1.11.2.

### 1.11.1. GRAVADOR DE VOZ DO COCKPIT (CVR)

O CVR era um modelo Fairchild A 100 A, P/N 93-A 100-80 que foi deixado em funcionamento após a chegada e as gravação do voo foram perdidas. Só estavam disponíveis as conversas da tripulação pós-voo e do pessoal de terra, que não eram relevantes para a investigação.

Sempre que um gravador de voz da cabine (CVR) não é colocado em segurança após a ocorrência, as informações relevantes para uma investigação estão perdidas e a identificação de deficiências de segurança e do desenvolvimento de mensagens de segurança estão impedidos.

Orientação para o uso específico do gravador de voz (CVR) na sequência de um incidente ou acidente devem ser implementados como recomendação de segurança considerando o desligar do disjuntor CVR/FDR pela tripulação de voo.

### 1.11.2. DIGITAL ACCESS RECORDER (DAR)

Os dados do DAR foram descarregados e descodificados no programa *Line Operation Monitoring System* (LOMS). Subsequentemente o departamento segurança do operador analisou os dados em busca de desvios ao voo em especial nas fases de aproximação e aterragem.

Durante a fase de aterragem foram registados sete eventos com diferentes classificações de risco, conforme os parâmetros definidos pela companhia (Figura nº7):

[5] Sistema de monitorização das condições da aeronave.

| Evt Num | Time | Description | Unit | Low | Med | High |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1405 | 21:09:56 | High rate of descent below 20ft AFE | ALT_AFE<=20ft, Slo | 2.25 De | 2.65 De | 3 Deg |
| 1819 | 21:09:59 | Short flare | Time from 30ft to Tou | 5 | 4 | 3 |
| 1033 | 21:09:59 | Significant tail wind at landing | Average tail wind (fr | 8 kts | 11 kts | 15 kts |
| 1504 | 21:10:01 | High acceleration at touch down | Max VTRG >= | 1.5 g | 1.6 g | 1.75 g |
| 1906 | 21:10:02 | Bounced landing | | Bounce | \|IVVC\| > | \|IVVC\| > |
| 1111 | 21:10:02 | High pitch rate at landing | Max PITCH_RATE>= | 2 °/s | 2.5 °/s | 3 °/s |
| 1108 | 21:10:03 | Pitch high at touchdown | At touch down, max | 9.7 ° | 10.7 ° | 11.7 ° |

**Figura nº 7**

Como mencionado anteriormente a fase crítica foi a fase de aterragem a partir das 21:09:53 em diante. Imediatamente antes, o avião estava na configuração de aterragem e estabilizado em rumo, velocidade e razão de descida, até alcançar ≠80ft (RA) às 21:09:51. O arredondar iniciou-se às 21:09:56/57, a <30ft e 132kt (CAS), e a aterragem ocorreu às 21:10:00 (Tabela nº 4).

| Time (hh:mm:ss) | RALT1 (ft) | CAS (kt) | GS (kt) | AOA (º) | Pitch (º) | Heading (Mº) | Roll (º) | IVVS (ft/m) | VRTG (g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21:09:51 | 84 | 131.5 | 144 | 6.78629 | 2.82353 | 294.54 | -1.408 | -565.51 | 1.02201 |
| 21:09:52 | 68 | 132.25 | - | 6.36593 | 3.17647 | 294.18 | -0.352 | -628.12 | 1.07696 |
| 21:09:53 | 56 | 133 | - | 7.20665 | 4.23529 | 294.54 | -1.056 | -742.81 | 1.06780 |
| 21:09:54 | 44 | 132 | 143 | 8.25755 | - | 294.18 | - | -738.84 | 1.05864 |
| 21:09:55 | 32 | 130.75 | - | 6.78629 | 3.88235 | - | - | -730.35 | 1.08611 |
| 21:09:56 | 20 | 132.25 | - | 8.04737 | 4.94118 | 294.54 | -3.872 | -657.60 | 1.12274 |
| 21:09:57 | 12 | 131.75 | 142 | 7.83719 | - | 295.94 | -2.112 | -499.64 | 1.11359 |
| 21:09:58 | 4 | 130.75 | - | 7.62701 | 5.29412 | 297.35 | 2.112 | -330.00 | 1.03117 |
| 21:09:59 | 2 | 127.50 | 141 | 7.41683 | 6.70588 | 298.76 | 3.168 | -150.00 | 1.47987 |
| **21:10:00** | **0** | 125.25 | 140 | **6.15575** | **5.64706** | **299.46** | **0.352** | **-060.00** | **0.98538** |
| **21:10:01** | **-2** | 126.39 | 138 | 5.52521 | - | - | 1.056 | - | **1.56229** |
| 21:10:02 | -4 | 124.39 | 136 | 9.09826 | 12.35294 | 299.11 | 0.352 | -030.00 | 0.97623 |
| **21:10:03** | - | 122.39 | 134 | **14.77311** | **14.82353** | 298.76 | -0.704 | **0** | 1.30589 |
| 21:10:04 | - | 120.39 | 131 | 14.14258 | 12 | - | 1.760 | -030.00 | 1.07696 |
| 21:10:05 | - | 117.39 | 127 | 10.56952 | 7.41177 | - | 0.704 | 0 | 1.12274 |
| 21:10:06 | - | 113.39 | 120 | 3.00305 | 0 | 299.46 | 0 | - | 1.22347 |
| 21:10:07 | - | 106.39 | 113 | -0.14964 | 4.94118 | - | - | - | 1.10443 |
| 21:10:08 | - | 99.39 | 110 | 5.73539 | 3.17647 | - | - | - | 1.38830 |
| 21:10:09 | - | 96.39 | 100 | -4.14305 | 1.76471 | 300.17 | -0.352 | - | 1.34252 |
| 21:10:10 | - | 86.39 | 96 | 2.16234 | 0.35294 | 300.52 | -0.704 | - | 1.44324 |

**Tabela nº 4**

Houve uma aterragem firme com ressalto seguido de um aumento na atitude até 14.82º e respetivo AOA de 14.77º. Esta atitude estava bem acima do limite da aeronave com amortecedores comprimidos (13º) e causou que a cauda embatesse no asfalto da pista no segundo toque de aterragem (21:10:03).

### 1.11.3. GRAVADOR DIGITAL DE DADOS DE VOO (DFDR)

*DFDR Sundstrand P/N 980-4100-DXUN* foi removido e os dados primários enviados para a Airbus para decodificação. Com base nestes dados, a Airbus emitiu o respetivo relatório onde dados descodificados foram apresentados e a progressão do voo analisada com especial ênfase para a fase de aterragem. Tendo como referência os dados do DFDR, seguiu-se as conclusões do relatório da Airbus (informações vento no Diagrama nº 1 e extrato do DFDR no Gráfico nº 2).

*INFORMAÇÃO DE VENTO*

Entre os 500ft RA (GMT 21:09:36) e 200ft RA (GMT 21:09:53), a informação de vento obtida do IRU e gravada no DFDR é a seguinte:

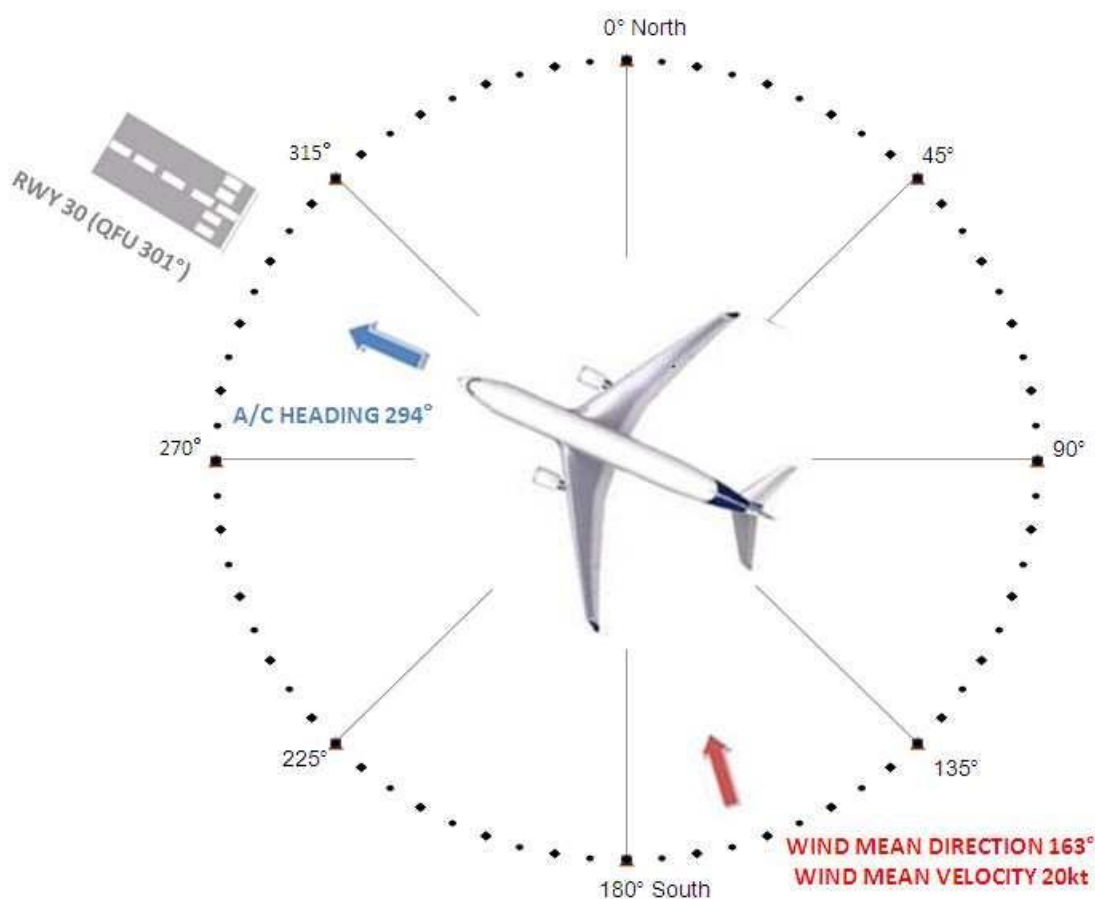



**Diagrama nº 1**

*Análise:* O vento gravado pelo DFDR destaca um vento médio com a direção 163° e 20kt (componente de vento de cauda: 13 kt, componente de vento da esquerda: 15kt) consistente com os dados do METAR (170°/13kt).

A/C : A310-
MSN 0571
FLIGHT
No 0203
MR1 : B0571V0203DFDR
CG (%) 28.80 %
WGT (KG) 102965 t
APPROACH (LONGITUDINAL AXIS)
/workgroup/operation/dfdr/visage/gdy/planches/B0571-approach-longi.ilv
AIRBUS
Flight And Integration Tests Centre
Edited : 11/4/2013
Figure
2.1
1.5 G
1.56 G
0.68 G
0.79 G
14.8 DA
129 KT
6.7 DA
4.6 DA
CTDEB : 21:09:58-777.778
CTFIN : 21:10:02-333.333
DELTA : 00:03-555.556 MM:SS
ELEVATOR RIGHT(ELVR)
STAB
PTWS
VRTG
LONG
GLS
CAS_ADC
CTASTAT
GS
SALT
PTCH
RALT1
TRA1G
TRA2G
EPRA


Gráfico nº 2

A fase de aproximação mostrou não haver desvios significativos de um perfil normal. A Airbus foca-se nos últimos segundos do voo por haver presença de componentes de ventos de 14.6kts de cauda e 15kts da esquerda, considerando cinco momentos significativos.

É apresentada abaixo uma transcrição do relatório da Airbus nas diferentes fases do evento de aterragem sem qualquer comentário adicional.

### 1.11.3.1. FASE DE ARREDONDAR

► Between 30ft RA (GMT 21:09:58) and touchdown (GMT 21:10:02)

- Elevators upwards deflection increases to -3.3°, and then decreases briefly to -1.0° before increasing to -6.6°.
  - Aircraft pitch angle reaches about +5.3° and remains stable during ~2s, then increases to +6.7°.
  - Vertical load factor increases from +0.94g to +1.12g.
- CAS reaches 133kt then decreases to 129kt (=Vref+2kt) at touchdown.
- At 20ft RA, left aileron is recorded at +9.9° (downwards) and right aileron at +1.0° (upwards).
- From 10ft RA to touchdown, left aileron is recorded at -3.3° (upwards) and right aileron at +12.2° (downwards).
- Roll angle varies from -3.9° (left wing down) to + 3.2° (right wing down).
- Rudder deflection varies between -3.6° (rightwards ) and +1.0° (leftwards).
- Heading increases from 294° to 298° (QFU 301°).
- No significant lateral load factor variations are recorded.
- A/THR “RETARD” mode engages around 30ft RA (GMT 21:09:59) -> throttles levers are set on “IDLE”.

Análise:

Como a roda e coluna de controlo não são registados por este DFDR, estima-se que o arredondamento ocorreu a cerca de 30 pés RA devido à relação da elevação dos elevadores e aumento de VRTG. A CAS diminuiu lentamente de 133kt para 129kt (=$V_{REF}$+2kt) no toque.

No eixo lateral, ângulo de pranchamento passou de -3.9º (asa esquerda em baixo) para +3.2° (asa direita em baixo), pouco antes do toque. De acordo com a deflexão de *ailerons*, o pranchamento foi ordenado pela roda de controlo (não registrado no DFDR).

### 1.11.3.2. 1° TOQUE

► At GMT 21:10:02: first touchdown

- Aircraft touches down a first time on right then left main landing gear with:
  - +6.7° of pitch angle.
  - -8ft/s (+/-2ft/s) of recalculated aircraft vertical speed.
  - +1.50g of vertical load factor (delta 0.51g).
  - +3.2° of roll angle (right wing down).
  - 298° of heading (QFU 301°).
  - +2° of drift angle (aircraft nose towards the left of the track).
  - +0.05g (rightwards) of lateral load factor.
  - CAS 129kt.
- Right MLG is recorded compressed.
- A/THR disengages.

Análise:

A taxa de amostragem de registos lógicos verdadeiros e falsos (*booleans)* "LHSQUAT/RHSQUAT" registradas em cada segundo não permite confirmar a sequência de toque. Contudo, de acordo com o pico de VRTG +1,50 g, o primeiro toque ocorreu às GMT 21:10:02. De acordo com o ângulo de pranchamento registado no toque (+3.2° asa direita em baixo), a (MLG) perna direita do trem principal tocou no solo primeiro. Devido à taxa de amostragem, a (MLG) perna esquerda não foi registada comprimida. No entanto, com relação à extensão lógica dos travões aerodinâmicos "*ground spoilers*", o trem de aterragem principal esquerdo tocaram o solo logo após o trem de aterragem principal direito levando à extensão dos travões aerodinâmicos "*ground spoilers*".

#### 1.11.3.3. RESSALTO LIGEIRO

► Between GMT 21:10:03 and GMT 21:10:04: light bounce

- Ground spoilers are extending.
- Vertical load factor decreases to +0.68g.
- Elevators deflection increases to +0.1°(downwards ) then decreases to -12.6°(upwards).
- Pitch angle decreases to +4.6°then quickly increases.
- Roll angle decreases to 0°then increases to +1.8° (right wing down).
- Right MLG is recorded uncompressed during 1 sample.

Análise*:*

A deflexão significativa dos elevadores gravados durante o ressalto destaca uma ordem comandada de atitude de nariz em cima. Associado com a extensão dos travões aerodinâmicos "*ground spoilers*" (efeito natural de nariz para cima), o ângulo de atitude da aeronave aumentou em conformidade.

#### 1.11.3.4. 2° TOQUE

► At GMT 21:10:05: second touchdown

- Aircraft touches down a second time on right then left main landing gear with:
    - -12.6°(upwards) of elevators deflection.
    - +6.3°of pitch angle quickly increasing.
    - +1.56g of vertical load factor.
    - +1.8°of roll angle (right wing down).
    - 299°of heading (QFU 301°).
    - +2.1°of drift angle (aircraft nose towards the left of the track).
    - +0.13g (rightwards) of lateral load factor.
    - CAS 124kt.
- Both main landing gears are recorded compressed.

Análise:

A deflexão significativa que os elevadores atingiram (-12.6º) durante o segundo toque levou a um aumento da atitude.

De acordo com o pico de VRTG de 1.56g, o segundo toque ocorreu às GMT 21:10:05.

De acordo com o ângulo de pranchamento registado no toque (+1.8º), é provável que o (MLG) a perna direita do trem tocasse primeiro seguido do (MLG) esquerdo.

#### 1.11.3.5. EMBATE COM A CAUDA

► At GMT 21:10:06

- Elevators deflection decreases to -0.6° (upwards).
- Aircraft pitch angle reaches +14.8° (>13.2° clearance pitch up value with shock absorber fully compressed).
- Roll angle is -0.7° (left wing down).
- Right MLG is recorded uncompressed during 1 sample.
- Vertical load factor decreases to +0.79g then increases to +1.40g.

Análise:

Depois de uma aproximação estabilizada, a aeronave tocou firme e depois saltou ligeiramente devido a uma ordem significativa de comando de nariz em cima.

De acordo com o "*Ground clearance diagram*" (FCOM 2.03.22 p.4 extraído adiante), o contacto do patim de cauda ocorreu provavelmente quando a atitude atingiu os +14.8 de nariz em cima (com os amortecedores comprimidos e um pranchamento de -0.7º) em que o fator de carga vertical atingiu +1.40g.

## 1.12. DESTROÇOS E IMPACTO

Os serviços de aeroporto inspecionaram a pista de LPPD. Não foram encontrados quaisquer detritos estranhos" *Foreign Object Debris"*. O evento aconteceu durante uma noite chuvosa tornando difícil encontrar outras provas (marcas na pista).

## 1.13. MEDICINA OU PATOLOGIAS

Não foram realizados testes médicos ou toxicológicos.

## 1.14. FOGO

Não houve incêndio.

## 1.15. ASPETOS DE SOBREVIVÊNCIA

Não houve necessidade de efetuar uma operação de salvamento.

## 1.16. TESTES E PESQUISAS

A pesquisa foi centrada no estudo e análise dos DAR e DFDR. Mesmo não sendo recebidos da mesma fonte, a comparação dos parâmetros registados revelou quase a mesma sequência de factos com uma ligeira diferença de tempo. Daí serem extraídas as mesmas conclusões de ambas as fontes.

O uso inadvertido de dados erróneos de descolagem e aterragem para cálculos de performance e subsequentes descolagens ou aterragens tem sido objeto de dois estudos de investigação, uma pelo *Laboratoire d'Anthropologie Appliquée* (LAA) e outra pela *Australian Transport Safety Bureau* (ATSB). Ambos os estudos destacam a natureza generalizada e sistemática deste problema, com o estudo do ATSB a identificar 31 ocorrências dentro de um período de 20 anos. Além disso, os estudos forneceram recursos consideráveis para os fatores que influenciam o uso de dados errados para a descolagem e aterragem. Estes estudos foram usados pelo GPIAA para realizar uma comparação mais segmentada entre os eventos de voos semelhantes e o acidente.

É provável que o cálculo erróneo dos dados de descolagem e aterragem seja um problema maior do que o trabalho de pesquisa foi possível determinar porque, na maioria dos casos, as defesas apanharam o erro antes de um resultado adverso, como um embate de cauda.

O relatório da pesquisa descobriu que os tipos de erros tiveram múltiplas origens e envolveram uma variedade de dispositivos e sistemas. Por exemplo, as ações da tripulação podem resultar da figura errada que estava a ser usada num sistema, em dados que estavam a ser digitados incorretamente, a dados não atualizados e dados extraídos de uma variedade de sistemas, incluindo a documentação de performance, os computadores portáteis, FMS e comunicações e relatórios dos sistemas das aeronaves.

As ocorrências revistas indicaram a natureza sistémica do problema, e o facto de que se manifesta independentemente da localização, tipo de aeronave, operador e tripulação de voo. Em alguns casos, os erros deveram-se a despachantes situados longe da cabine, eliminando assim a origem de erro a partir do cockpit inteiramente.

O relatório destacou os fatores variados que contribuem para o uso errado de parâmetros de performance de aterragem e descolagem, incluindo a distração e experiência na tarefa, bem como alguns dos desafios para identificar esses erros, como os procedimentos ineficazes e projeto de sistemas automatizados. Verificou-se que são necessárias defesas robustas para ajudar a detetar e evitar esses erros.

## 1.17. ORGANIZAÇÃO E GESTÃO - SATA INTERNACIONAL -

O operador é uma companhia de transporte aéreo de passageiros e possui um Certificado de Operador Aéreo (COA), emitido pela Autoridade de Aviação Civil Portuguesa INAC. A SATA INTERNACIONAL é certificada para voos regulares e não regulares, e também, é uma Organização de Treino Aprovada (ATO) certificada (anteriormente TRTO) responsável por toda a formação e qualificações das tripulações.

Os programas de treino e qualificação das tripulações são credenciados e aprovados pelo INAC e cumprem o *FCTM* da Airbus.

Ambos os pilotos cumpriram os programas de treino e qualificações da companhia e tinham passado os seus *LPCs* e *OPCs*. Tinham tido treino sobre procedimentos para a recuperação de um ressalto "*bounce recovery*" e como evitar um embate com a cauda "*tail strike avoidance*", conforme estabelecido no programa de treino de simulador e recomendações de treino do fabricante. Tinham sido emitidas notas de briefing de operação voo e outras publicações relacionadas com a segurança.

Todos os membros da tripulação de voo têm acesso e estão familiarizados com FCOMs, FCTMs, FCOM Bulletins e FOBNs emitidos pela Airbus onde está publicada informação relevante e procedimentos recomendados em relação a "*Landing Flare*", "*Bounce at Landing*" e "*Avoiding Tail Strike*". Os Procedimentos Operacionais Standard "SOP" da companhia cobrem esta informação e refletem todos os procedimentos padrão para todas as fases do voo.

## 1.18. INFORMAÇÃO ADICIONAL

O GPIAA não se deslocou ao local do evento.

## 1.19. TÉCNICAS ESPECIAIS DE INVESTIGAÇÃO

Não foram utilizadas técnicas especiais de investigação durante este processo de investigação.

# 2. ANÁLISE

## INFORMAÇÃO GERAL: CONTROLO DE RISCO DO OPERADOR

O operador tem Procedimentos Operacionais Standard "SOP", e treino no local para as tripulações de voo que abrange a aproximação e preparação da aterragem. A documentação do operador, treino e "SOP" estão resumidas nesta secção para fornecer uma base sobre os sistemas que estavam em vigor para a fase de voo de aproximação e que era exigido a partir da tripulação de voo. Especial ênfase é colocada sobre o cálculo da performance de aterragem.

### DOCUMENTOS OPERACIONAIS FORNECIDOS AOS PILOTOS

O operador emitia cópias da documentação operacional relevante para fins de planeamento para a tripulação de voo. Essa documentação era fornecida em formato de papel num único manual compacto de capa dura, que continha informações sobre todos os tipos de aeronaves do operador (Airbus A310-300, A320) e incluiu os seguintes manuais:

- *FOMs*: Os Manual de Operações de Voo "*FOMs*" continham as políticas gerais da empresa e procedimentos aplicáveis a toda a frota, em conformidade com as especificações operativas em curso da Autoridade de Aviação Civil (INAC).

- *Flight Crew Operational Manual -FCOMs* do Airbus A310: Os *FCOMs* são documentos operacionais fazendo parte do Manual de Operações. Os *FCOMs* são divididos em quatro volumes e contêm informações sobre os sistemas da aeronave, performance, o carregamento de dados, procedimentos operacionais padrão, informação operacional suplementar e um guia *Flight Managment Guidance System - FMGS*. O *Quick Reference Handbook* (QRH) da aeronave, que contém alguns procedimentos específicos que não são apresentadas no ECAM, é considerado ser parte do *FCOMs* de cada tipo de aeronave.

- Manual de Operações, Parte C, que contém instruções específicas e informações pertinentes relativas à navegação, comunicações e aeródromos dentro da área de operação do operador.

- Manual de Operações, Parte D, que contém informações sobre a organização do treino e verificações do operador.

- A310-300 *Flight Crew Training Manual* (FCTM) que é publicado como um suplemento para os FCOMs. O *FCTM* é destinado a fornecer aos pilotos informações práticas sobre como operar a aeronave. O FCTM destina-se a ser lido em conjunto com o *FCOM* aplicável e, se houver alguma informação em conflito, o *FCOM* é a referência primordial.

Os fabricantes de aeronaves mais recentemente tornaram disponíveis estes e outros documentos relevantes de modo digital através de computadores portáteis, também conhecidos como EFB. Estes dados *Electronic Flight Bag* não estão disponível para esta aeronave.

**PREPARAÇÃO DA DESCIDA**

**Preparação dos dados de aterragem**

Os procedimentos operacionais padrão, abrangendo o cálculo da performance de aterragem, incluindo o uso da SOP, são contemplados no *checklist* de descida e nas secções A310-300 FCOM do operador.

O FCTM, *Supplementary Normal Operations*, fornece informações adicionais sobre o cálculo da performance de aterragem e partilha de tarefas incluindo os deveres da tripulação de voo do cálculo da performance de aterragem e de entrada de dados.

**Visão geral dos procedimentos de cálculo da performance de aterragem do operador**

Os procedimentos de cálculo da performance de aterragem que foram especificadas na subsecção Preparação Cabine "*Cockpit Preparation*" da *FCOM* foram apresentados em forma de texto como mostrado nas cópias das secções relevantes disponíveis no Anexo A. A investigação analisou os procedimentos e compilou-os num processo em forma de fluxograma para auxiliar na compreensão do fluxo de informação. As tarefas relevantes são apresentadas no Apêndice B com alguma explicação dos aspetos importantes.

Embora os SOP sejam normalmente apresentados nos documentos operacionais de uma forma sequencial no ambiente operacional, muitos deles podem ser, frequentemente, realizadas em paralelo ou numa ordem diferente, dependendo do fluxo de informação presente na cabina de pilotagem.

**Mudanças de última hora**

Durante as operações normais pequenas mudanças na massa e centragem da aeronave conhecidos como Alterações de Ultima Hora "*Last Minute Changes*" podem ocorrer pouco antes da partida. Estas alterações podem ser devido a uma variedade de razões, tais como as chegadas tardias de passageiros. Para que o voo não seja desnecessariamente atrasado, o operador permite que a tripulação de voo faça pequenas alterações na folha de carga sobre a massa e a centragem sem a necessidade de emissão de uma nova folha de carga. Na partida do aeroporto de Lisboa não foi contemplada nenhuma *Last Minute Change* na folha de carga da aeronave.

Para manter o controlo sobre o peso da aeronave, e para garantir que os limites do centro de gravidade não são ultrapassados, a restrição do operador sobre as "*Last Minute Change*" para o A310-300 é de 500 kg conforme o FOM *Handling Operations*.

**Visão geral sobre a gestão da distração**

O Manual de Gestão de Recursos de Equipas "*Crew Resource Management Manual*" aborda o conceito de "distração e a sua gestão", descrevendo algumas técnicas para melhorar o conhecimento da situação. Conforme descrito as tripulações deverão:

**Desenvolver um plano e atribuir responsabilidades para lidar com problemas e distrações.**

*"Develop a plan and assign responsibilities for handling problems and distractions."*

O *FOM* continha uma secção sobre a cooperação da tripulação dentro da secção de deveres e responsabilidades da tripulação de voo. Essa secção denota que entre outras coisas que toda a tripulação de voo deve:

**Cooperar com todas as outras pessoas envolvidas com o voo, tais como, o pessoal de terra, a fim de cumprir com a política operacional da empresa.**

*“Co-operate with all other personnel involved with the actual flight, such as the ground staff, in order to comply with the Company operating policy.”*

Não havia nenhum item no programa de formação relacionada com a gestão da distração da tripulação de voo.

**Gestão da fadiga**

A EASA (e a CIA 05/2010 do INAC) especifica o limite de tempo de voo e de período de serviço sendo estas reproduzidas no *FOM* do operador. No início do período de serviço relevante para este evento nenhum dos tripulantes tinha excedido as 100 horas de voo no período de 28 dias.

**INFORMAÇÃO GERAL EM FATORES HUMANOS**

Fatores humanos é a ciência multidisciplinar que aplica o conhecimento sobre as capacidades e limitações do desempenho humano para todos os aspetos do projeto “*design*”, operação e manutenção de produtos e sistemas. Considera os efeitos de fatores físicos, psicológicos e ambientais sobre o desempenho humano em ambientes de tarefas diferentes, incluindo o papel dos operadores humanos em sistemas complexos. As informações a seguir destinam-se a fornecer um contexto para as ações da tripulação de voo, e os fatores que os afetam, na noite do acidente.

**Formação do erro**

O erro humano foi definido como “o fracasso de ações planeadas para alcançar os seus fins desejados - sem a intervenção de algum acontecimento imprevisível[6]”. As secções seguintes descrevem como os erros humanos podem ser formados e que contribui para a sua progressão através dos sistemas destinados a capturá-los.

**Erros de entrada de dados e de transposição**

Um tipo comum de erro de entrada de dados é conhecido como um deslize. Um deslize é um erro na execução de uma ação, por exemplo, um lapso de língua ou de "problemas no dedo", como bater na tecla errada ao digitar. Os deslizes são ações externamente observáveis que são como o indivíduo pretende.

Os deslizes são geralmente relacionados com atividades baseadas na habilidade. Ou seja, ação que está tão ensaiada e automatizada, que o indivíduo não precisa acompanhar de perto cada etapa da sequência da ação, da maneira que ele iria fazer se a tarefa fosse menos familiar ou desconhecida. Devido a esta redução da monitorização, o indivíduo geralmente não se apercebe que já tenha realizado uma ação incorreta até que seja tarde demais para mudar, ou já houve lugar a uma consequência imprevista.

Um erro de transposição ocorre quando um indivíduo inadvertidamente troca dois números adjacentes ou letras ao falar ou escrever um valor ou uma palavra. Por exemplo, anotando 132 em vez de 123, ou dizer “ACB” em vez de “ABC”, durante uma conversa. Na aviação, isso pode ocorrer quando é efetuado a confirmação do código de chamada da aeronave para ao ATC ou durante a gravação de um valor numérico, como um valor de combustível ou um título atribuído, altitude ou frequência de rádio.

[6] Reason, J. (1990). Human Error. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

**Deteção de erros**

Vários estudos têm mostrado que um número significativo de erros cometidos são detetados apenas quando já é tarde demais para uma intervenção e recuperação eficaz. Um estudo realizado por *Sarter* e *Alexander*, em 2000, analisou os tipos de erros e mecanismos de deteção e declarou que a maioria dos deslizes e lapsos na base de dados [*Aviation Safety Reporting System US*] envolvia problemas de atenção", com deslizamentos na maioria das vezes, relativa a demandas concorrentes em operações de elevado ritmo [7].

No que toca a detetar erros, os mesmos autores verificaram que as verificações de rotina foram a técnica de deteção mais frequentemente bem-sucedida para erros de omissão.

Erros de omissão, ou seja, a incapacidade de fazer algo que deveria ter sido feito, contou com as verificações de rotina e, portanto, levou mais tempo para detetar e, em alguns casos, resultou em uma violação ou outro resultado não intencional[8]. No entanto, os deslizes eram mais propensos a ser detetados com base em verificações de rotina ou "suspeita", em que tripulantes suspeitavam um problema e foram procurar por ele, ou em resultado de um deslize observado. Os autores observaram que, quando eram detetados, os deslizes eram mais propensos a ser identificados pela pessoa que os fez.

Em 2004, num estudo de observação de operações aéreas por *Thomas, Petrilli* e *Dawson*, que foi desenhado para avaliar a deteção e recuperação de erros, observou que "menos de metades dos erros cometidos pelas equipas foram realmente detetados. Além disso, verificou-se que "a deteção de erros é mais facilmente realizado pelo tripulante que não era responsável pelo erro"[9]. Enquanto isso parece ser o oposto dos achados de *Sarter* e *Alexander*, deve-se notar que o estudo utilizou dados auto relatados, e que a tripulação deve, portanto, ter tido conhecimento do erro, a fim de denunciá-lo. Esse estudo concluiu que deslizes eram mais propensos a serem notados pelo tripulante que os fez, ao passo que este estudo discutiu erros em geral, que podem ser não compostos apenas de deslizes. O estudo observacional também descobriu que as defesas sistémicas, tais como *checklists* detetaram apenas 0,8% de erros.

Outro estudo observacional por Thomas em 2004 examinou gestão de ameaças e erro durante as diferentes fases do voo[10]. O estudo constatou que a maioria dos erros ocorreu durante a pré-partida, descolagem, e descida-aproximação-aterragem. Esses resultados foram consistentes com outra conclusão do estudo: a de que a maioria das ameaças é encontrada durante as fases de pré-partida e descida-aproximação-aterragem do voo.

**Distrações e interrupções**

A pesquisa na área de distração e interrupções no cockpit envolveu a compilação de dados durante as observações de operações normais com investigadores sentados nos cockpits de aviões e observando as atividades da equipa, ações e interações com entidades externas, incluindo o pessoal de terra, a tripulação de cabina, e ATC.

---

[7] Sarter, N.B. & Alexander, H.M. (2000). Error types and related error detection mechanisms in the aviation domain: an analysis of aviation safety reporting system incident reports. The International Journal of Aviation Psychology 10(2), 189-206.

[8] Violations can be defined as deliberate – but not necessarily reprehensible – deviations from those practices deemed necessary to main the safe operation of a potentially hazardous system.Reason, J. (1990). Human Error. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

[9] Thomas, M.J.W., Petrilli. R.M. & Dawson, D. (2004). An exploratory study of error detection processes during normal line operations. In Proceedings of the 26thconference of the European Association for Aviation Psychology. Lisbon, Portugal 2004.

[10] Thomas, M.J.W. (2004). Predictors of threat and error management: identification of core nontechnical skills and implications for training system design. The International Journal of Aviation Psychology 14(2) 207-231.

Num estudo realizado pela *National Aeronautics and Space Administration (NASA) Ames Research Centre* em 2001 nos EUA, os investigadores realizaram mais de 60 voos de observação e comentaram sobre a atividade da tarefa, distração e interrupções no cockpit[11]. Os investigadores observaram que os eventos, que desviaram e interromperam a tripulação foram "numerosos e variados". Foi relacionado a necessidade da tripulação de voo para tomar decisões sobre essas interrupções, o que pode causar impacto na programação e ação de outras tarefas. Os autores descobriram que "as oportunidades de erros aumentam dramaticamente, distrações ameaçam continuamente para desviar até mesmo o piloto mais meticuloso e experiente". De particular interesse para o voo do acidente foi a constatação de que "o cockpit é raramente estéril e sem distrações".

Distrações e interrupções e a forma como as tripulações de voos os gerem têm ramificações na conceção de tarefas e *checklists*. Como parte do mesmo estudo amplo da NASA, a formação e os procedimentos foram revistos para avaliar a extensão com que eles se correlacionam com o que os investigadores observaram em voo. Os investigadores descobriram que "procedimentos e treino em sala de aula... fornecem quase nenhuma indicação das demandas da tarefa concorrente substanciais que observamos[12]". e que os" procedimentos e treino são enganosos em três aspetos: Dão a impressão de que os procedimentos são lineares, que os pilotos têm controlo total da sua execução, e que os procedimentos fluem ininterruptamente ". No que diz respeito à formação nesta área, os autores notaram que "a chegada desordenada de papelada na linha é pouco, se em tudo, capturado em treino no simulador".

Sabe-se, que, normalmente, as sessões de simulador são conduzidas sem distrações ou interrupções introduzidas pelo instrutor.

Investigação específica sobre o efeito perturbador de interrupções e o efeito dessas interrupções na retoma de tarefas descobriu que as pessoas podem "pensar em ter concluído a etapa, e quando retomam, na verdade, saltam esse passo" e que "em algumas situações no local de trabalho, a tarefa principal é nunca realmente retomada"[13]. Um estudo mais aprofundado que foi referenciado no artigo *Trafton* e *Monk*, constatou que "tarefas complexas, de alta prioridade... tiveram impacto negativo a mais por interrupções ... [e] que é muito difícil voltar para estas tarefas complexas[14]".

Os autores do estudo da NASA de 2001 também discutiram num segundo estudo a implicação de interrupções e distrações durante as tarefas de monitorização, incluindo as necessidades cognitivas num papel de controlo[15]. Os autores ressaltaram o desafio de monitorar um sistema para um evento inesperado e desagradável, algo "... em que os seres humanos são notoriamente fracos".

Outro estudo sobre tarefas simultâneas e diferidas constatou que, apesar dos numerosos incidentes e acidentes serem uma função da excessiva carga de trabalho, muitas vezes não havia tempo suficiente para que todas as tarefas essenciais fossem concluídas. Foi concluído que a questão '... parece ser o quão bem os pilotos poderem gerir a atenção para

---

[11] Loukopoulos, L.D., Dismukes, R.K. & Barshi, I. (2001). Cockpit interruptions and distractions: A line observation study. In Proceedings of the 11thInternational Symposium on Aviation Psychology, Columbus, University, March 2001

[12] Loukopoulos, L.D., Dismukes, R.K. & Barshi, I. (2003). Concurrent task demands in the cockpit: challenges and vulnerabilities in routine flight operations. In Proceedings of the 12thInternational Symposium on Aviation Psychology, Columbus, OH, 14-17 April 2003

[13] Trafton, J.G. & Monk, C.A. (2008). Task Interruptions in Reviews of Human Factors and Ergonomics, volume 3, Human Factors and Ergonomics Society

[14] Czerwinski, M. P., Horvitz, E., & Wilhite, S. (2004). Cited in Trafton, J.G. & Monk, C.A. (2008). Task Interruptions in Reviews of Human Factors and Ergonomics, volume 3, Human Factors and Ergonomics Society.

[15] Loukopoulos, L.D., Dismukes, R.K. & Barshi, I. (2003). Concurrent task demands in the cockpit: challenges and vulnerabilities in routine flight operations. In Proceedings of the 12thInternational Symposium on Aviation Psychology, Columbus, OH, 14-17 April 2003.

manter o controle de tarefas simultâneas sem ficar preocupados[16]". Esta avaliação tem relevância para este evento, uma vez que a tripulação concluiu os procedimentos de descida e executou as tarefas associadas, como parte de uma sequência operacional normal, a cerca de 30 minutos do ETA.

O uso de *checklists* na aviação foi revisto noutro estudo, concluiu que muitas vezes o *checklist* não é devidamente executado[17]. Várias razões foram dadas para isso, incluindo o facto de que a cabine estava extremamente ocupada com informação de várias fontes competindo por atenção.

Em 2001 foi realizada uma pesquisa focada em determinar o efeito do som estranho no desempenho da tripulação de voo[18]. Os resultados dessa pesquisa mostraram que "...a memória para [a tarefa] foi fortemente perturbada quando discursos de fundo estranhos foram apresentados em simultâneo" e "a presença de discurso fundo atrapalha o desempenho nesta tarefa, apesar dos participantes tentarem ignorá-la".

A pesquisa sobre o impacto das distrações e interrupções no cockpit, especificamente antes da partida, e antes da aproximação no uso de *checklists* é de particular relevância para qualquer voo acidente. Distrações e interrupções foram identificadas em ocorrências de entrada de dados anteriores como uma influência sobre o próprio erro ou não deteção do erro.

Sabe-se que no mundo da aviação civil os comandantes têm admitido que, quando se tornaram comandantes eram muito "rigorosos e disciplinados" sobre distrações. Por exemplo, reafirmam que se tinham "desviado" dessa aproximação, especialmente na base de operações do operador, porque o pessoal de terra continuou a interromper a tripulação de voo, apesar de ser instruído pelo operador para não o fazer. A maioria dos comandantes considera que já não era tão rigoroso sobre a gestão de interações da tripulação de terra e outras situações como tinham sido inicialmente.

**Memória prospetiva**

Intimamente ligada à distração, a interrupção e retoma de uma tarefa é um tema de memória conhecida como memória prospetiva. A memória prospetiva pode ser definida como a intenção de realizar uma ação no futuro, juntamente ao atraso entre o reconhecimento da necessidade da ação e a oportunidade de realizá-la[19]. Uma característica distintiva da memória prospetiva é a necessidade de um indivíduo se lembrar de que precisa de se lembrar de algo. Conforme destacado no estudo, "a questão crítica na memória prospetiva é a recuperação de intenções, no momento oportuno, o que é bastante vulnerável a falhas".

A memória prospetiva pode criar problemas quando usada concomitantemente com as tarefas habituais, que normalmente ocorrem de forma bastante confiável, tanto na aviação como na vida quotidiana. Os problemas podem ocorrer quando os sinais utilizados pela tripulação de voo para executar tarefas habituais são removidos. Por exemplo, quando os itens dum *checklist* estão atrasados ou são conduzidos fora de sequência, removendo assim

---

[16] Dismukes, R.K., Loukopoulos, L.D. & Jobe, K.K. (2001). The challenges of managing concurrent and deferred tasks. In Proceedings of the 11thInternational Symposium on Aviation Psychology, Columbus, OH: The Ohio State University, March 2001

[17] Diez, M., Boehm-Davis, D.A. & Holt, R.W. (2002). Model-based predictions of interrupted checklists. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 46thAnnual Meeting – 2002, 250-254.

[18] Banbury, S.P., Macken, W.J., Tremblay, S. & Jones, D.M. (2001). Auditory distraction and shorter memory: Phenomena and practical implications. Human Factors 43(1), 12-29.

[19] Dismukes, K. (2006). Concurrent task management and prospective memory: pilot error as a model for the vulnerability of experts. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 50th Annual Meeting – 2006, 909-913.

as ligações habituais entre as tarefas que normalmente são realizadas numa sequência particular ininterrupta.

Isto é particularmente relevante quando os tripulantes são interrompidos e precisam de retomar uma tarefa. Então, confiam na memória prospetiva e, em muitos casos, não têm pistas no *cockpit* para indicar onde estavam no momento da interrupção. Estudos têm mostrado que as pessoas muitas vezes não conseguem retomar uma tarefa quando são interrompidas e a sua atenção é rapidamente desviada para uma nova tarefa antes que elas possam retomar a tarefa interrompida.

**Interação com a automação**

A automação do *cockpit* tem vindo a aumentar desde os anos 1980 e influenciou a forma como os pilotos interagem com os sistemas da aeronave. Vários estudos sobre essa interação foram realizados a fim de informar o desenho de sistemas e compreender as limitações humanas dentro desta definição[20][21].

Estudos recentes têm-se focado na pesquisa de informações e diagnóstico de problemas dentro de um cockpit automatizado. Um desses estudos descobriu que os sistemas automatizados foram trazendo "pistas do ambiente externo para o cockpit e exibi-los como dados altamente confiáveis e precisos, assim, ultrapassando qualquer incerteza que normalmente existisse. No entanto, o uso desses dados é afetado pela forma como a tripulação identifica que informações são precisas e relevantes, e como interpreta as informações para tomar uma decisão. Como observado pelos autores do estudo, "muitos erros de pilotagem envolvem uma falha na observação ou análise de informações importantes na 'história' eletrónica que não é coerente com o resto do quadro".

O estudo identificou que " os pilotos podem estar inclinados a usar a fonte de informação mais saliente - geralmente uma indicação automatizada" que "as políticas das companhias aéreas podem promover a dependência em monitores automatizados e desencorajar a tomada de tempo para analisá-las cuidadosamente ou verificá-los, através de outras fontes de dados". Isso destaca um problema potencial em que a tripulação de voo podem procurar só olhar para a fonte automatizada e contar com isso para a exclusão de outras fontes de dados e, como tal, não poder detetar discrepâncias ou dados inconsistentes. Estudos anteriores identificaram uma tendência para a tripulação de voo para "ver as informações que esperavam ver em vez da que estava lá", o que poderia ser visto como uma forma de expectativa de que foi com base na sua experiência do que a automação normalmente exibe.

Além disso, um estudo com tripulações em simulador descobriu que "mesmo quando o *scanning* incluía o [instrumento que estava a ser monitorizado], os pilotos não conseguiram entender as implicações [do que estavam a observar] ". Ou seja, os pilotos tinham uma visão de que os resultados apresentados pela automação eram precisos e muitas vezes não conseguiu entender que isso pode não ser sempre o caso.

Sistemas como EFBs são exemplos de tecnologia complexa e acoplada, onde o processo de cálculo EFB não é facilmente percetível à tripulação de voo. Para obter os parâmetros de performance, a tripulação precisa apenas inserir os dados necessários, tais como condições ambientais e, em seguida, registar os resultados.

[20] Lyall, B. & Funk, K. (1998). Flight deck automation issues. In M.W. Scerbo & M. Mouloua (Eds.) Proceedings of the Third Conference on Automation Technology and Human Performance held in Norfolk, VA, March 25-28, 1998. (pp. 288-292). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

[21] Christofferesen, K. & Woods, D.D. (2002). How to make automated systems team players. In Advances in Human Performance and Cognitive Engineering Research, Vol 2, p 1-12. Elsevier Science Ltd

**Desenho e uso do *checklist***

Os *checklists* são usados em operações aéreas para garantir que as ações críticas são realizadas sempre que necessário durante cada fase do voo. Os *checklists* são normalmente concebidos como itens de "desafio-resposta". Ou seja, o(s) piloto (s) configura(m) o cockpit como necessário e, em seguida, verificam que todas as ações foram concluídas corretamente. Para fazer isso, um piloto chama a ação ou a configuração e o outro confirma a sua conclusão. Dado que *checklists* são utilizados em todos os voos, os pilotos ficam muito familiarizados com as ações e respostas necessárias.

Durante os voos de observação olhando para o uso de *checklists*, um estudo descobriu que "muitas vezes, o piloto responde com a resposta correta imediatamente quando ele/ela ouviu o desafio do [outro] piloto, não verificando se o item foi ajustado de acordo". O estudo também descobriu que o uso de termos ambíguos num checklist afetou o uso do *checklist* por pilotos. O uso continuado de "*checked*"' ou "*set*" em vez de ler o que estava a ser visto, por exemplo "*airspeed set 125*", vai tornar mais fácil para os pilotos que respondam a um item do *checklist*, sem realmente verificar o que está a ser verificado.

**Erro potencial no cálculo da performance de aterragem e descolagem**

A introdução de EFBs para cálculos de performance de descolagem e aterragem substituiu o processo manual que exigia o uso de gráficos e tabelas em papel. Isso resulta numa redução do número de passos que a tripulação usa para determinar os parâmetros de performance e, consequentemente, as oportunidades para o erro. No entanto, a utilização de um EFB não eliminou erros potenciais; isto resultou numa gama de tipos de erros relacionados principalmente com erros de entrada de dados e na leitura errada dos resultados. Esses tipos de erro podem incluir erros de transcrição, os erros de digitação, e a seleção/cálculo de dados incorretos.

**Experiência da tripulação na deteção de parâmetros de performance de descolagem e aterragem errados**

Ambos os tripulantes durante o estudo relataram que alguns erros eram mais propensos do que outros, como o de inserir o combustível na placa de forma incorreta inserir condições ambientais configuração da aeronave no FMS de forma incorreta.

Ambos os membros da tripulação relataram que acreditavam que, qualquer erro de entrada de dados no FMS seria detetado pelo outro tripulante durante verificações posteriores (como antes da partida ou antes das fases de aproximação). Também relataram que a sua experiência na deteção de erros e confiabilidade dos FMS durante as operações normais significava que eles tinham um alto nível de confiança no cálculo e processos de verificação.

**Degradação não detetada da performance de aterragem**

A tripulação monitoriza a performance de aproximação e aterragem baseando-se num conjunto de velocidades de referência e razões de descida durante a aproximação e não inclui o acompanhamento da verdadeira velocidade do ar, da aeronave. Portanto, se as velocidades de referência de aterragem estão incorretas, ou a aceleração insuficiente, CAS/IAS, a tripulação não têm indicação confiável de qualquer problema. Por conseguinte, é difícil para a tripulação identificar que a performance de aterragem com base na velocidade e razão de descida está degradada. Quanto à noite da ocorrência, pode-se considerar que a pista estava molhada (ambos os extratos relevantes de *METARs* em LPPD, às 2030Z e 2100Z indicavam aguaceiros de chuva ligeira -*SHRA*).

Uma pista é considerada contaminada se mais do que 25% da sua superfície está coberta com mais de 3 mm de água, lama ou neve solta. Esta definição é um consenso da indústria, inclusive, da fábrica Airbus que, implicitamente, considera pistas como molhadas, se estiverem cobertas com fluido solto ou contaminado com menos de 3 mm de profundidade.

Ao contrário dos casos das pistas secas e pistas molhadas, a distância do ar é definida como com 7 segundos à velocidade de aproximação. Velocidade de *bleed-off*, durante a fase de arredondar, é considerada como sendo 7% da velocidade de aproximação. A velocidade de aterragem resultante pode ser optimistamente baixa para um avião como um A310 e, portanto, produz um resultado ligeiramente conservador. A travagem significa sequência de aplicação como para o cálculo pista seca.

A desaceleração durante a rolagem no solo leva em conta o atrito de travagem adequado e pode ter crédito por resistência contaminante devido ao deslocamento e pulverizar de spray. Na aquaplanagem é tida em conta a velocidade de hidroplanagem acima como aplicável para o tipo de contaminante. O coeficiente de atrito roda - pista é definido por um valor para cada tipo de contaminante. Uma exceção é o gelo cujo valor retido de 0,005 e é extremamente baixo. Tais valores baixos nunca foram observados no teste de voo ou de acidentes, e, caso fosse encontrado (sob chuva congelante ou fusão do gelo), não seriam seguros para as operações de aeronaves, por razões de controlabilidade.

Efeito dos incrementos de velocidade e vento, e também de crédito para uso do fluxo de potência invertido (reverse), é fornecido para ALD contaminado na documentação Airbus.

Segundo o regulamento UE-OPS no momento do despacho a *Landing Distance Available* para pista contaminada no destino deve ser de pelo menos 115% da ALD para pista contaminada e nunca menos do que o RLD para pista molhada.

*FLIGHT OPERATIONS INFORMATION LETTER*

Summary ofrequirementsforALD computation

| Runway condition | ALD computation | | Regulatory basis |
|---|---|---|---|
| | Air Distance | Ground Roll | |
| DRY | Flight tests | Flight Tests | FAA/EASA |
| WET | Flight tests | FAA/EASA model with WET anti-skid efficiency from flight tests | FAA/EASA Rejected Take Off |
| CONTAMINATED | 7 sec, with 7% speed decay | EASA CS25.1591 | EASA |

| Runway condition | RLD computation | Regulatory basis | Reverse credit |
|---|---|---|---|
| DRY | 1,67 x ALD DRY | FAA EASA | NO |
| WET | 1,15 x RLD DRY = 1,92 x ALD DRY | FAA EASA | NO, but operational reverse thrust use is implied when available |
| CONTAMINATED | 1,15 x ALD CONTAMINATED | EASA | AVAILABLE |

Deve ser tido em conta que, para os primeiros Airbus A300 e A310, o caso em investigação, os dados de pista contaminada foram fornecidos com base num requisito JAR-OPS apenas na documentação operacional, não existe nenhum suplemento AFM. Os dados publicados são, portanto, puramente consultivos. No entanto, a informação existente foi estabelecida segundo uma base muito semelhante ao de aeronaves certificadas sob dados JAR 25.1591.

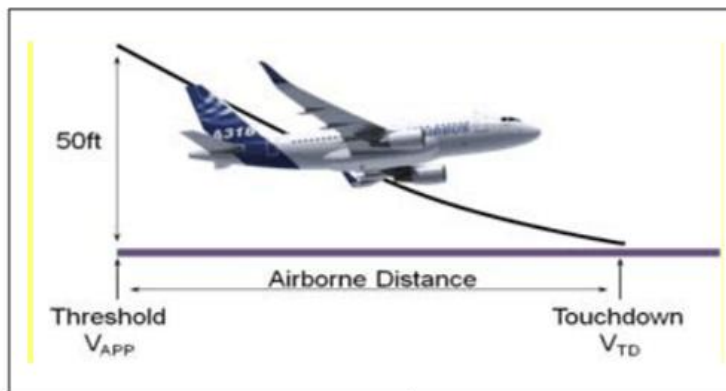
Para todas as aeronaves Airbus *fly-by-wire*, os métodos utilizados para estabelecer esses fatores incluem um ajuste de distância do ar realista, que é semelhante ao definido em

EASA AMC para CS 25,1591 (por outras palavras, uma falha que faria como a única consequência na aterragem obrigar a uma configuração da aterragem no destino obrigatória, com a performance de aterragem de outra forma afetada, já teria um fator de falha de mais de 1,0 como um meio para ajustar a distância do ar realista).

**Aterragem automática**

O sistema de aterragem automático ajuda a tripulação a fazer uma aterragem segura quando o teto de nuvens é baixo ou a visibilidade reduzida. O sistema baseia-se em medições de rádio altímetro para realizar o arredondamento. A lei de controlo do arredondamento é bastante conservadora, a fim de evitar aterragens duras em pistas com declive acentuado ou em caso de gradientes de vento e correntes descendentes. Como resultado, a distância no ar é significativamente maior em relação ao arredondamento manual do assumido nas distâncias de aterragem certificadas para pista seca.

A aterragem automática pode ser utilizada em conjunto com a travagem automática ou manual. As distâncias de aterragem sem travagem automática assumem que a travagem máxima é aplicada no trem principal no momento do toque. Se no momento do despacho for planeada uma aterragem automática no destino, a travagem máxima manual tem de ser assumida e a distância resultante aumentada de 15% para obter o RLD associada à aterragem automática. Essa distância deve ser verificada para ser pelo menos igual ao RLD para a técnica de aterragem manual.

Isso também resulta na computação de bordo da distância no ar que está a ser feito de acordo com as regras para a contaminação da pista, ou seja, 7 segundos à velocidade de aproximação. Isto é muito próximo da distância no ar definido na proposta TALPA ARC para a distância de aterragem operacional (OLD) pela Airbus, no entanto, a velocidade de aterragem resultante é definida a 93% da velocidade de aproximação, enquanto o OLD é suposto ser a 96% de $V_{APP}$.

| | | |
|---|---|---|
| Dry Runway (FAA/EASA) | $1.23 \times V_{S1g}$ ~ | $V_{APP}$ |
| Contaminated Runway (EASA) | $1.23 \times V_{S1g}$ | $0.93 \times V_{APP}$ |
| TALPA | Scheduled $V_{APP}$<br>Minimum $1.23 \times V_{S1g}$ | $0.96 \times V_{APP}$ |

Para obter uma computação TALPA na fase de solo com a velocidade inicial correta, ou seja, um $V/_{TD}$ de 0,96 X $V_{APP}$, enquanto usar o modelo EASA de pista contaminada programada no *software* " OCTUPUS ", a velocidade de aproximação deve, assim, ser artificialmente aumentado para 1,23 x 0,96 / 0,93, aproximadamente 1,27 $V_{S1G}$.

Isto, porém, irá aumentar a distância no ar indevidamente e assim a distância no ar deve ser calculada manualmente a partir da velocidade terreno equivalente do $V_{APP}$ originais anteriormente ao $V_{APP}$ calculado:

$V_{APP} = 1.23 \times Vs1g = (1.23 / 1.27) \times V_{APP\ calc} \approx 0.9685 \times V_{APP\ calc}$

(Tendo em conta o efeito da altitude, temperatura e os conservadores 50% vento de frente e 150% de vento de cauda), que é calculado como um resultado pelo OCTUPUS, mantido por 7 segundos conforme definição TALPA. A redução de velocidade pode ser assumida como sendo linear durante o arredondar, isto é, o cálculo distância no ar pode ser de 7 segundos com um valor médio de 98% de $V_{APP}$.

Dois elementos de informação são necessários para a tripulação para determinar a performance de aterragem degradada:

- ✓ A medição de velocidade de desaceleração real da aeronave, em tempo real;
- ✓ A referência, ou esperado, nível de desaceleração da aeronave na final curta.

Como anteriormente discutido a velocidade, por si só, não fornece nenhuma indicação de aceleração, ao passo que a instrumentação de motor proporciona uma indicação da potência do motor e outros parâmetros. A tripulação tem que separar problemas relacionados com o motor a partir desses parâmetros. A capacidade de um ser humano para determinar a aceleração/velocidade não é um meio preciso nem fiável para avaliar a performance de aterragem. Além disso, a precisão e confiabilidade é ainda mais degradada em ambiente escuro.

A monitorização do TAS não foi contemplada pela tripulação nem era necessário ser. A filosofia performance de aterragem foi baseado na aeronave acelerar ou abrandar a uma taxa proporcional aos cálculos de performance.

**O que há de novo? - Distância de aterragem sem falhas**

LANDING DISTANCE - DRY

The Reference Distance (REF DIST) considers : Sea Level (SL), ISA, no wind, no slope, no engine reverse thrust, manual landing, VAPP=VLS without APPR COR.

CONF FULL

| Corrections on Landing Distance (m) | | WEIGHT | | SPD | ALT | WIND | TEMP | SLOPE | REV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Braking Mode | REF DIST (m) for 190T | Per 10T BELOW 190T | Per 10T ABOVE 190T | Per 5kt | Per 1000ft above SL | Per 5kt TW | Per 10°C ABOVE ISA | Per 1% Down Slope | Per Thrust Reverser Operative |
| Maximum MANUAL | 1 310 | - 40 | + 140 | + 70 | + 40 | + 120 | + 40 | + 20 | - 10 |
| AUTOBRAKE MED | 1 670 | - 50 | + 120 | + 100 | + 50 | + 150 | + 50 | + 20 | 0 |
| AUTOBRAKE LOW | 2 220 | - 80 | + 160 | + 130 | + 80 | + 220 | + 70 | + 30 | - 30 |

| | |
|---|---|
| Overweight Ldg proc | + 160 m |
| Autoland | + 230 m |

CONF 3

| Corrections on Landing Distance (m) | | WEIGHT | | SPD | ALT | WIND | TEMP | SLOPE | REV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Braking Mode | REF DIST (m) for 190T | Per 10T BELOW 190T | Per 10T ABOVE 190T | Per 5kt | Per 1000ft above SL | Per 5kt TW | Per 10°C ABOVE ISA | Per 1% Down Slope | Per Thrust Reverser Operative |
| Maximum MANUAL | 1 360 | - 50 | + 160 | + 80 | + 40 | + 120 | + 40 | + 20 | - 10 |
| AUTOBRAKE MED | 1 750 | - 60 | + 120 | + 100 | + 60 | + 150 | + 50 | + 20 | 0 |
| AUTOBRAKE LOW | 2 350 | - 90 | + 170 | + 140 | + 80 | + 220 | + 70 | + 40 | - 30 |

| | |
|---|---|
| Overweight Ldg proc | + 200 m |
| Autoland | + 220 m |



Fonte Airbus

## CONTROLO DE RISCO

### Gestão da distração

Investigação sobre distrações e interrupções identificou o seu efeito prejudicial na formação e deteção de erros. A pesquisa mostrou também que, a maioria dos erros ocorreu antes da partida e antes das fases de aterragem de um voo. Assim, é importante gerir distração durante estas fases de voo para minimizar a possibilidade de erros a ser formados e não detetados até que tenham efeito.

Ao não incluir uma componente sobre a gestão de distrações no cockpit em programa de treino do operador, o operador efetivamente deixou que as tripulações de voo desenvolvessem as suas próprias práticas de gestão de distração com base nas suas experiências operacionais e do ambiente em que estavam a desenvolver a operação.

A prevalência de distração como um contribuinte ou influência no desenvolvimento de um erro é bem documentado em pesquisas sobre fatores humanos. O desafio para os operadores é desenvolver e implementar procedimentos de treino e de operação padrão que permitem à tripulação de voo gerir distrações durante as funções críticas de segurança, especialmente antes da partida e durante as fases de descida.

## 2.1. PREPARAÇÃO DO VOO

O voo foi preparado de acordo com SOP da empresa, com todas as informações relevantes (meteorologia, AIS, estado da aeronave e carga comercial) contemplado no briefing antes da partida.

Mesmo com uma meteorologia que não era crítica no destino nem em rota, o comandante optou por levar um extra de combustível de ≠ 3000 kg, trazendo a massa à descolagem bem abaixo do máximo permitido da aeronave.

## 2.2. PROGRESSO DO VOO

Todo o voo foi sem intercorrências até à aterragem em Ponta Delgada. Abaixo está representado o cartão de dados de aterragem preenchido pela tripulação antes do evento.

SATA Internacional — A 310 LANDING

DESTINATION: PDL — ALTERNATE: TER

| WEIGHT: 103.0 | VREF: 126 | ATIS CODE: VOLMET<br>RWY: ILS 30<br>WIND: 180 / 14 Kt<br>VISIBILITY/ 10+ |
|---|---|---|
| FLAPS: 40 | VAPP: 131 | |
| REMARKS: | F: 142<br>S: 174<br>O: 203 | CEILING: SO18<br>QNH/QFE: 998<br>TEMP: 15 / 13 °C<br>TRANS LEVEL: |

Mod. 088/01

A frequência ATIS não está disponível em LPPD, por isso os dados de VOLMET foram copiados pela tripulação

**Figura nº 4**

Houve uma aproximação direta desde o *waypoint* NAVPO para o ILS Rwy 30 seguindo LOC & Glide com os dois *Flight Directors* (FDs) e os dois *Auto Pilots* (APs) engatado no modo de *LAND* e *Auto-throttle* (A/THR) engatado no modo *SPEED*. A aproximadamente 260 pés (RALT), ≠ 180 pés acima da soleira, ambos os APs foram desligados e a aeronave pilotada manualmente com o uso de FDs e A/THR engatada.

Analisando os Gráficos nº 3 e 4 é possível seguir a fase de aterragem e observar que:

- ✓ A velocidade de aproximação final foi estável a CAS 132kt (Vref+5) com uma componente de vento de cauda de ≠13kt;

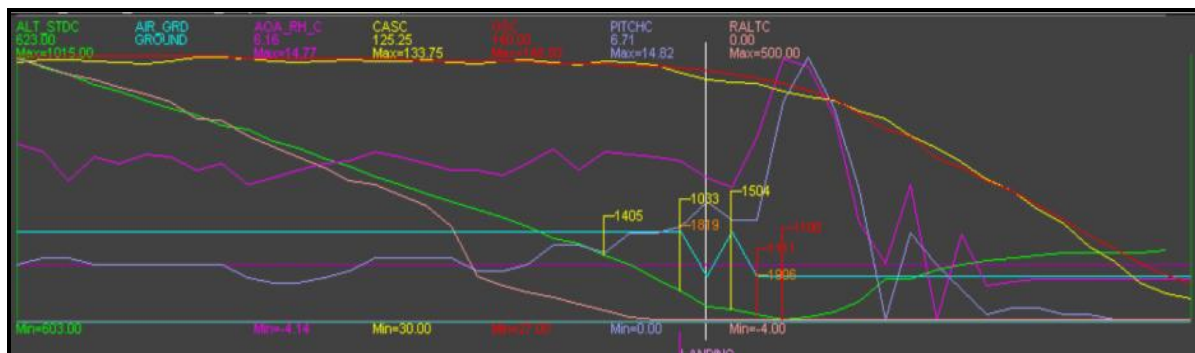



**Gráfico nº 3**

- ✓ No início do arredondar, houve um aumento da aceleração vertical, que causou um pequeno *flare* e, auxiliado por um vento de cauda, um toque firme (1.48 VRTG), com ambos os trens de aterragem principal a tocar em sequência, primeiro o direito e depois o esquerdo, e comandando a abertura dos *spoilers*;
- ✓ A aeronave saltou e houve uma intenção de manter o nariz em cima através de um "*Pull*" na coluna de controlo provavelmente para evitar um contacto duro com a roda de nariz:

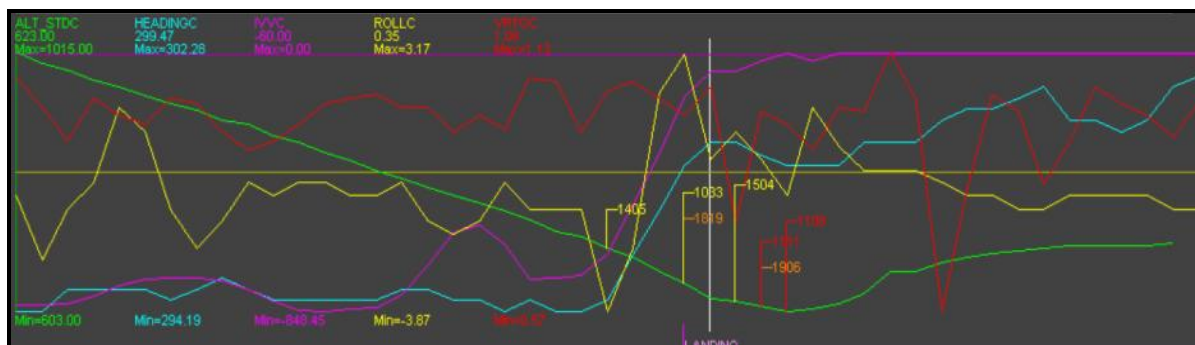



**Gráfico nº 4**

- ✓ Devido ao ressalto da aeronave, vento forte de cauda e extensão dos *spoilers* houve uma tendência natural de *pitch-up* e a força exercida na coluna de controlo levou a aeronave a atingir uma atitude de 14.82º de nariz em cima;

- ✓ Quando a aeronave tocou o solo pela segunda vez e os amortecedores do trem principal comprimiram a atitude excedeu o limite de geometria da aeronave, fazendo a estrutura da cauda tocar no solo, como foi confirmado por "*Ground Clearance Diagram*" (Diagrama nº 2), referido *no Flight Crew Operating Manual* (FCOM) 2.03.22.

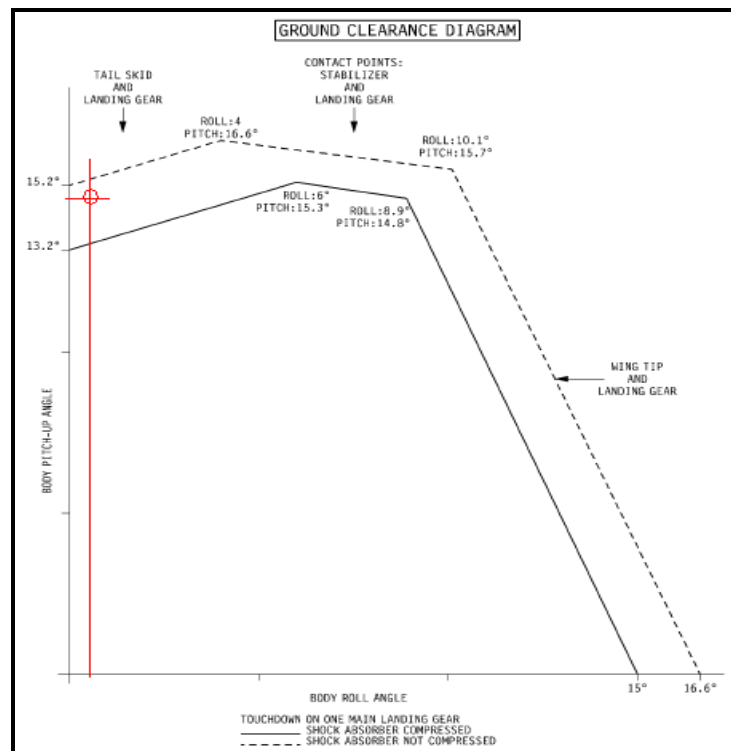



**Diagrama nº 2**

## 2.3. TAREFAS DA TRIPULAÇÃO

De acordo com os procedimentos da companhia os deveres de voo foram atribuídos antes da partida. Primeiro Oficial (CM2) foi nomeado como piloto aos comandos (PF) para o primeiro setor (LPPT-LPPD) e o Comandante (CM1) o piloto a monitorizar (PM).

Após a descolagem a aeronave estava limpa, o AP foi selecionado e AP2 engatado. Todo o percurso foi efetuado em AP2 até estabelecida na aproximação final, com ILS selecionado, quando ambos os *APs* foram engatados e uma *Auto Approach* foi realizada até atingir 286' (*ILS CAT I* altura de decisão de 241 pés por aeronaves CAT C). Numa primeira entrevista realizada pelo investigador anterior ambos os membros da tripulação de voo afirmaram que o comandante tinha assumido o controlo da aeronave logo após o primeiro ressalto numa tentativa de corrigir o perfil, segurando o nariz para cima, a fim de evitar um contacto da roda do nariz firme. Esta versão do evento foi desmentida numa entrevista posterior, realizada pela equipa de investigação atual com ambos os pilotos a afirmar que o comandante CM1 era o piloto a voar (PF) desde o momento de desligar os APs.

## 2.4. PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS PELA AIRBUS

### 2.4.1. EVITAR O EMBATE COM A CAUDA

A Airbus abordou a prevenção de embates com a cauda em várias publicações. FCOM *Bulletin* nº 08/1, *Subject* nº 26, como apresentado no extrato abaixo, expõe algumas considerações sobre embates com a cauda, explicação técnica e procedimentos recomendados para a tripulação de voo.

**A310 / A300-600 FCOM BULLETIN**

N° 08/1
DATE : DEC 92
File in FCOM 2.20
Issued by AI/E-VO

**SUBJECT N° 26 : AVOIDING TAIL STRIKES**

------------------- -------------------------------- -------------------

**3.3. Tail strike at landing**

All manufacturers : statistics, indicate that tail strike occurrence is greater at landing than take-off (2 to 1).
Deviation from normal landing technique, and the pitch up effect of landing at aft CG's seem the principal causes :

. ground reaction at aft CG
. deviation from normal landing technique

**3.3.1. Ground reaction at aft CG**

At pronounced aft CG, the ground reaction at touch-down has a pitch-up effect when the attitude exceeds a given value.

The aft CG maximum value and the corresponding maximum attitude, are presented below.

Above this max attitude, pitch-up will occur and will have to be manually counteracted.

| Aircraft | CG | θ touch down (VREF-8) | max attitude | Margin |
|---|---|---|---|---|
| A310 | 36.5 % | 8°.7 | 13° | 4°.3 |
| A300-600 | 37 % | 9° | 11°4 | 2°.4 |

**Margin :** Max attitude – θ touch-down Margin must be 2° at least. Therefore, when this is inadequate, the landing speed has to be increased.

**θ Touch-down :** mean value of pitch attitude at touch-down assuming a deceleration of 8 kt during flare (VREF-8), and a flight path of - 1° at touch-down (approximately 3 ft/second).

**3.3.2. Deviation from normal landing technique**

Deviation from normal landing technique remains the most common cause of tail strikes specifically :

. allowing the speed to decrease well below VAPP
. prolonged hold-of for a smooth landing
. flare started too high
. failure to fly the nose gear on to the runway after touch-down.

- **Allowing the speed to decrease well below VAPP on short finals**

Generally when the aircraft decelerates well below VAPP, the pilot, to avoid an excessive sink rate, increases the pitch attitude.

This may lessen the ground clearance to the critical value.

Wind gradient on finals may also lead to an inappropriate attitude during the flare. A windshear from headwind to tailwind leads to lower aerodynamic speed. In this event, the first reflex of the pilot is to increase the attitude, as he approaches the ground.

- **Holding the aircraft off the runway**

This action is generally done in an attempt to touch-down very smoothly.
Increasing attitude at a moment when the pilot needs to look well ahead to judge the aircraft position relative to the ground.

- **Flare too high**

All pilots know how uncomfortable a flare can be if it is started too high. When in such a position, and if the engines are already reduced, the pilot can choose between an increased sink rate or an increased attitude (or both if the speed is too low).

**3.3.2. Landing technique**

The first important point in avoiding tail strikes is to reach the flare height with the appropriate speed and the correct path angle (– 3°) towards the touch-down point.

Autothrust and the Flight Path Vector (FPV) are very good assets in judging correctly to the flare height.

**Flare technique**

Start the flare at approximately 30 ft.

The thrust reduction is progressive from 35 ft. It has to be coordinated with the pitch rate, especially when crosswinds are encountered.

The attitude increment between the start of flare and touch-down is close to 4.5°, assuming an 8 kt speed decay and -1° flight path angle at touch-down (3ft/second).

Because of the downward visibility of all modern aircraft, it may now be more difficult to judge an abnormal pitch attitude than before. The PNF should monitored call out whenever the pitch attitude exceeds 10°.

After the touch-down, fly the nose gear to the runway smoothly and maintain a pressure on the control wheel ; deflected elevators increase the load on the main gear, providing better braking.

When autobrake is set to medium, braking starts as soon as the ground spoilers deploy. It maycounteract any unexpected pitch-up effect.

## EVITAR O EMBATE COM A CAUDA NA ATERRAGEM

Adicionalmente, *o Flight Operations Briefing Notes Ref: FOBN FLT_OPS-LAND-SEQ08-REV1-SEP 2007*, abordando técnicas de aterragem, destaca os principais acontecimentos comuns durante a descida, fatores que são suscetíveis de contribuir para um embate com a cauda e recomendações sobre os melhores procedimentos para evitar que aconteçam.

Estes são os fatores que mais influenciam e aumentam a probabilidade de um embate com a cauda na aterragem (Figura nº 5):

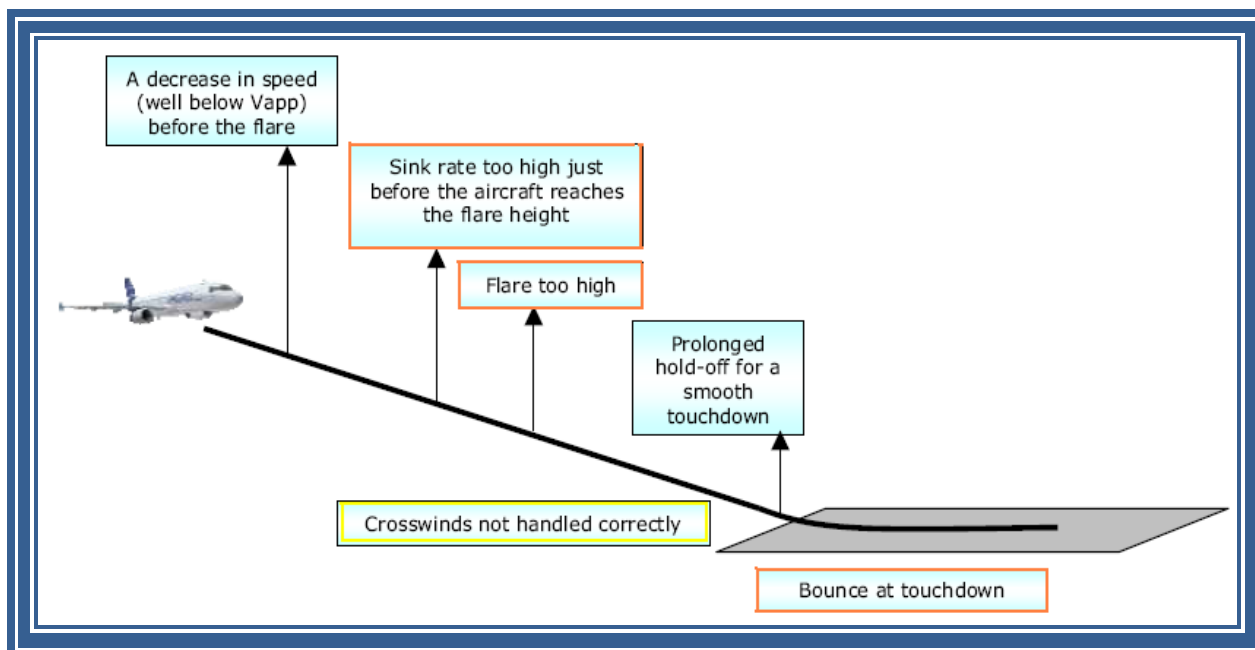



**Figura nº 5**

A partir da análise de voo, observou-se que os seguintes eventos com consequências associadas, ocorreram:

- **Sink Rate Too High Just Prior to Reaching the Flare Height**

  If the sink rate is too high when the aircraft is close to the ground, the flight crew may attempt to avoid a firm touchdown by commanding a high pitch rate. This action will significally increase the pitch attitude. However, if the resulting lift increase is not sufficient to significantly reduce the sink rate, a firm touchdown may occur. In addition, the high pitch rate may be difficult to control after touchdown , particularly in the case of a bounce.

- **Flare Too High**

  A flare that is too high can result in a combination of decreased airspeed and a long float. Since both increase the aircraft's pitch attitude, the result is reduced tail clearance.

- **Bounce at Touchdown**

  In the case of a bounce at touchdown, the flight crew may decide to increase the pitch attitude, to ensure a smooth second touchdown. If the bounce results from a firm touchdown associated with a high pitch rate, it is important for the flight crew to control the pitch, so that it does not continue to increase.

Revertendo para a *Prevention Strategy and Lines of Defence* proposto no mesmo FOBN, a adesão da tripulação aos seguintes procedimentos teria impedido o embate com a cauda no solo:

**Approach**

A stabilized approach (i.e. pitch, thrust, flight path, $V_{APP}$) is essential for achieving a successful landing.

Autothrust and the Flight Path Vector (FPV), if available, are effective flight crew aids.

For the approach phase, the flight crew should:

- Not chase the glide slope close to the ground: Progressively and carefully monitor the pitch attitude and sink rate
- Avoid high sink rate when close to the ground.

PNF callouts during the final approach are essential to alert the PF of any excessive deviation of flight parameters, and/or excessive pitch attitude at landing. Following a PNF flight parameter exceedance callout, the suitable PF response will be to:

- Acknowledge the PNF callout, for proper crew coordination purposes
- Take immediate corrective action to control the exceeded parameter back into the defined stabilized conditions
- Assess whether stabilized conditions will be recovered early enough prior to landing, otherwise initiate a go-around.

**Flare**

The flight crew should adapt the flare height to the aircraft inertia: It is imperative that the aircraft reaches the flare height at the appropriate airspeed and flight path angle.

The aircraft should be "in trim" at the start of the flare. For A300/A310/A300-600 aircraft, the flight crew should avoid the use of pitch trim during the flare, or after touchdown.

During the flare, the flight crew should concentrate on the pitch and roll attitude, using external visual cues.

Finally, the flight crew should set the pitch rate to zero prior touchdown.

**Landing**

The flight crew should avoid "holding off the aircraft" in an attempt to make an excessively smooth landing.

Immediately after main landing gear touchdown, the PF should release the back pressure on the sidestick (or control column, as applicable) and fly the nose wheel smoothly, but without delay, on to the runway.

The PNF should continue to monitor the attitude.

**Bouncing at Touchdown**

In case of a light bounce, the flight crew can apply the following typical recovery technique:

- Maintain a normal landing pitch attitude:
  - Do not increase pitch attitude, as this could cause a tailstrike
  - Do not allow the pitch attitude to increase, particularly following a firm touchdown with a high pitch rate.

    *Note: Spoiler extension may induce a pitch-up effect.*
- Continue the landing
- Keep thrust at idle
- Be aware of the increased landing distance.

In case of a more severe bounce, the flight crew should not attempt to land, because the remaining runway length might not be sufficient to stop the aircraft.

**Recomendações operacionais**

Embora a presente equipa de investigação tenha sido incapaz de confirmar se as condições de vento, durante a aproximação, estavam dentro dos limites (como mencionado antes, o CVR gravou conversas depois do voo, e não há comunicações disponíveis com o ATC de Ponta Delgada), a tripulação deve, sempre, adotar uma atitude defensiva quando enfrenta condições atmosféricas adversas (vento). Neste caso, os pilotos tinham tido conhecimento de que a pista 12 estava em uso em LPPD durante todo o voo (incluindo a sua normal preparação na fase de *briefing* no aeroporto de Lisboa).

Abaixo apresentam-se alguns indicadores específicos para fazer a reavaliação da performance em voo.

- **Pistas molhadas.** A distância de aterragem numa pista lisa molhada durante o despacho pode não oferecer margens de segurança satisfatórias em condições de calor e elevação ou para pistas com inclinação descendente para aeronaves com inversores de potência não muito eficientes.
- **Pistas contaminadas.**
  - ✓ De acordo com os regulamentos da FAA, o despacho em condições previstas de contaminação na chegada assume pista molhada, portanto, é sempre necessária uma avaliação da distância de aterragem em voo.
  - ✓ De acordo com a regulamentação da EASA para pistas contaminadas, as distâncias de aterragem durante o despacho podem não oferecer margens de segurança satisfatórias (por exemplo, em caso de inclinação descendente).
    - Deterioração da condição da pista desde o despacho do voo;
    - Degradação ou alteração rápida das condições deve incitar a determinar a pior condição aceitável em que a aterragem pode ser continuada, se a informação para o efeito for tardiamente recebida durante a aproximação;

- Aterragem planeada com *auto land* e/ou *auto brake* se durante o despacho for assumida uma aterragem e travagem manual;
- Alteração da pista face ao pressuposto durante o despacho do voo. Se não se souber qual pista planeada para ser usada no momento do despacho, assumir que foi baseado na pista mais longa e sem vento. Se a pista a ser efetivamente utilizada tem características mais desfavoráveis, um cálculo específico deve ser feito;
- Falha de um sistema em voo que interfira com a performance na aterragem (alteração da configuração, aumento da velocidade de aproximação, perda de dispositivos de desaceleração);
- Preparação de pistas alternativas, caso possam existir possíveis alterações de última hora.

É importante lembrar que a nova definição de *Operational Landing Distance* (OLD), não é considerada para incluir margens e assume uma aproximação estabilizada em condições consistentes com as premissas de cálculo e, quando calculado para uma travagem manual, o piloto deve aplicar, de imediato, máximo travão.

As tripulações são aconselhadas a usar todas as informações disponíveis, para fazer uma avaliação mais provável e realista das condições da pista e verificar o quanto essas condições se podem degradar antes que se torne impossível parar a aeronave dentro da distância declarada. Quando existem dúvidas, pedir para mudar a pista para uma mais favorável, ou até mesmo divergir, pode ser a melhor solução.

# 3. CONCLUSÕES

## 3.1. EVIDÊNCIAS

Recorde-se, mais uma vez, que estes resultados não devem ser lidos com o intuito de apurar culpas ou responsabilidades de qualquer entidade ou indivíduo em particular.

Constatou-se que, a partir das evidências disponíveis e relativamente ao embate do Airbus A310-300, matrícula CS-TGU, com a cauda na pista 30 no Aeroporto de Ponta Delgada, Açores, no dia 2 de março de 2013:

Embora haja uma série de fatores identificados e diretamente relacionados com este acidente, este deve ser considerado no contexto de um longa história de eventos de *performance* de aterragem semelhantes, identificados por esta investigação. Mesmo que os eventos que levaram a este acidente possam ser particulares para este caso, os eventos anteriores destacam que há uma infinidade de formas de se chegar à mesma situação, colocando a aeronave e passageiros numa situação de risco.

As ações de segurança preferenciais serão aquelas que resolvem toda a situação, não apenas aquelas que abordam fatores específicos, identificados neste acidente. Com base no que foi exposto anteriormente, podemos concluir que:

a) A aeronave estava envolvida num voo de transporte de passageiros;

b) O Certificado de Aeronavegabilidade da aeronave estava válido e todas as ações programadas de manutenção foram realizados de acordo com o programa de manutenção e *Aircraft Maintenance Manual*;

c) O *Aircraft's Technical Logbook* não tinha nenhum registo de limitação ou restrição para uma operação normal da aeronave;
d) A aeronave tinha sido carregada dentro dos limites;
e) A tripulação foi certificada, treinada e qualificada para o voo, de acordo com as normas vigentes. Ambos os membros da tripulação não tinham restrições ou limitações à operação;
f) Não havia nenhuma evidência de fatores fisiológicos afetando a performance da tripulação de voo;
g) Os princípios de CRM não foram evidentes durante este evento;
h) A aeronave estava operacional e forneceu os avisos e alertas à tripulação durante as fases de aproximação e aterragem;
i) A aterragem em Ponta Delgada foi efetuada com uma componente de vento da esquerda de 15kt e uma componente de vento de cauda de 13kt;
j) O toque ocorreu com uma razão de descida elevada seguida de um breve *flare* com componente alta de vento de cauda fazendo com que a aeronave saltasse com *spoilers* estendidos;
k) Depois do ressalto e antes de tocar na pista outra vez foi mantido uma elevada atitude de nariz em cima até um máximo de 14.8º;
l) No segundo toque a aeronave bateu de forma firme no solo, os amortecedores do trem comprimiram e a estrutura da cauda entrou em contacto com a pista;
m) Não houve lesões nos tripulantes ou passageiros;
n) A aeronave sofreu danos substanciais na estrutura da cauda;
o) Não é provável que a tripulação estivesse afetada por fadiga;
p) A seleção de *Auto brakes medium* durante a aproximação e aterragem provavelmente limitou as consequências adversas de uma saída de pista.

## 3.2. CAUSAS DO ACIDENTE

### 3.2.1. CAUSAS PRIMÁRIAS

O *handling* inadequado na recuperação de um ressalto na aterragem (desvio das técnicas de pilotagem recomendadas).

### 3.2.2. FATORES CONTRIBUTIVOS

Foram considerados como fatores contributivos:

a) Elevada razão de descida antes e durante o arredondar;
b) Aterragem dura da aeronave seguida de um pequeno salto;
c) Desconhecimento momentâneo da posição da aeronave (no ar) e ação intencional na coluna, tentando suavizar o contacto da roda de nariz com o solo;
d) A presença de componente de vento de cauda durante a fase de arredondar superior ao limite de 10kt recomendado;

e) Centro de gravidade da aeronave ligeiramente atrás, embora este fator tenha tido uma contribuição marginal;

f) A decisão de aterrar na pista 30, molhada, com uma componente de vento de cauda marginalmente acima do máximo permitido (10Kts), em vez de efetuar um *circling to land* para a pista 12 em uso ou decidir descontinuar a aproximação através de um procedimento de *go-around;*

g) A recuperação de um ressalto durante a noite (com menos referências visuais) caracterizado por ter lugar muito próximo do solo (menos de 20 centímetros), portanto, fornecendo um tempo de reação muito curtos ao PF e pouca efetividade de controlo da aeronave (acelerador retardado e configuração normal de aterragem);

h) A certificação padrão existente de descolagem/aterragem, que foi baseada na obtenção da velocidade de referência na aterragem, e o treino da tripulação que foi baseado na monitorização e resposta a essa velocidade, dificultando que a tripulação detetasse uma degradação na velocidade de aterragem e na razão de descida.

# 4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Os problemas de segurança identificados durante a investigação estão listados nas secções “Evidências” e “Ações de segurança” deste relatório. O GPIAA espera que todos os problemas de segurança identificados pelo relatório devem ser tratados pelos intervenientes em causa. Em resposta a essas questões, o GPIAA prefere estimular as entidades relevantes para iniciar de forma proactiva a ação de segurança, em vez de emitir recomendações formais de segurança ou avisos de segurança.

A todas as entidades responsáveis pelas questões de segurança identificadas, durante a investigação, foi dado um esboço (*draft*) do relatório e foram convidadas a apresentar propostas. Como parte desse processo, cada entidade foi convidada a comunicar as ações de segurança que realizaram, ou estavam a planear realizar, relativamente a cada questão de segurança.

**Nota:** *“Fatores de segurança” são eventos ou condições que aumentam o risco. Se um fator de segurança se referir a uma característica de uma entidade ou de um sistema que tem o potencial de afetar a segurança no futuro, denomina-se "questão de segurança".*

## 4.1. AÇÃO DE SEGURANÇA

**Nota:** *nos termos do Regulamento (UE) n° 996/2010, de 20 de outubro de 2010, sobre investigações de acidentes, uma recomendação de segurança, de forma alguma constitui uma presunção de culpa ou a responsabilidade em caso de acidente ou incidente. O artigo 27º do Decreto-lei nº 318/99, de 11 de agosto, e o citado Regulamento estipulam que os destinatários das recomendações de segurança devem informar o GPIAA das ações que pretendem tomar e, se não implementarem as medidas de imediato, qual o tempo necessário para a sua implementação, e caso não considerem a implementação das medidas, qual a sua justificação.*

**PRESERVAÇÃO DOS DADOS DO CVR**

O operador da aeronave não realizou nenhuma ação para preservar a gravação do CVR após o acidente, pelo que ficaram em falta dados de importância vital para a análise precisa do evento. Os regulamentos europeus (EU-OPS n° 859/2008 e n° 996/2010) exigem que sejam tomadas todas as medidas necessárias para evitar que as gravações de conversas sejam apagadas em caso de acidentes ou incidentes graves. Numerosos processos idênticos têm sido observados no passado.

Consequentemente, o GPIAA recomenda que:

1. **O Instituto Nacional de Aviação Civil, IP (INAC) emita uma Circular de Informação Aeronáutica (CIA), definindo os procedimentos a serem adotados pelos operadores, a fim de assegurar a rápida preservação do dados do CVR (*Cockpit Voice Recorder*) e FDR (*Flight Data Recorder*), após um acidente ou incidente grave, de acordo com as obrigações do Regulamento Europeu EU-OPS n° 859/2008 e n° 996/2010 (artigo 13.3).(RS 01/2014)**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA APROXIMAÇÃO RNAV**

A fim de evitar a execução de um *circle to land* para a pista 12, à noite, a tripulação de voo optou por aterrar com vento de cauda no limite marginal do fabricante e do operador de 10kts. Esta escolha de pista foi altamente influenciada por três fatores principais:

- Apenas a pista 30 está equipada com aproximações por instrumentos, nomeadamente ILS/DME permitindo aterragens automáticas até uma altura de decisão de 241 pés (ou caso o *glide slope* esteja inoperativo até uma altura mínima de 350 pés);
- A dificuldade em manter a pista à vista durante todo o procedimento de *circle* devido à altitude relativamente baixa (850 pés para aeronaves velocidade abordagem categoria C, como descrito no Anexo A) em conjunto com a inclinação positiva de 1,2% na pista 30;
- A dificuldade em identificar, e portanto, avaliar a distância aos obstáculos no terreno (clearance ao terreno) ao voltar da base direita para a final da pista 12.

Consequentemente o GPIAA recomenda que:

2. **A NAV Portugal E.P.E implemente uma aproximação RNAV para a pista 12 do aeroporto de Ponta Delgada LPPD abrangendo os diversos setores entrada operacionalmente relevantes (RS 02/2014)**

**e, posteriormente:**

3. **À SATA INTERNACIONAL e outros operadores do Aeroporto de Ponta Delgada certifiquem, treinem e qualifiquem adequadamente a suas tripulações na aproximação RNAV e, consequentemente, certificar as aeronaves. (RS 03/2014)**

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO EXISTENTE**

Apesar de ter sido instalada iluminação de sinalização terrestre adicional e, as informações adequadas publicadas no AIP (27-JUN-2013), nomeadamente, *a set of 8 aligned high intensity Type A and non-sequential flashing lights, spaced 60M, located 600M from THR 12 and 2200 left side of extended center line installed to identify natural obstacle (Coast) proximity during RWY12 approach operations)*, o GPIAA recomenda que:

4. **A ANA - Aeroportos de Portugal (Gestão do Aeroporto de Ponta Delgada) avalie a adequação de equipamentos de iluminação existentes na identificação de obstáculos naturais nas imediações do aeroporto e, em especial, no segmento de aproximação da pista 12. (RS 04/2014)**

**LISBOA,15/12/2014**

**A EQUIPA DE INVESTIGAÇÃO:**

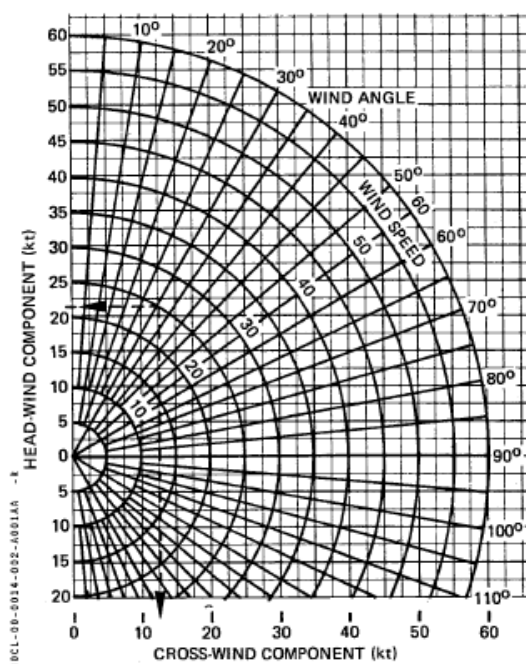
Agnès Cantinho Pereira

Carlos Lino

# 5. APÊNDICES

## Appendix A

| A310 | OPS DATA | REV 22 / SEQ 001 | 14.02 |
|---|---|---|---|

**WIND COMPONENT**

| MAX CROSSWIND | REPORTED BRAKING ACTION | REPORTED FRICTION COEFFICIENT | EQUIVALENT RUNWAY CONDITION |
|---|---|---|---|
| 37 kt* | GOOD | 0.40 and above | 1 |
| 30 kt | GOOD/MEDIUM | 0.39 to 0.36 | 1 |
| 25 kt | MEDIUM | 0.35 to 0.30 | 2/3 |
| 20 kt | MEDIUM/POOR | 0.29 to 0.26 | 2/3 |
| 15 kt | POOR | 0.25 and below | 3/4 |
| 5 kt | UNRELIABLE | UNRELIABLE | 4/5 |

* : This is the maximum computed crosswind capability on dry and wet runway (Max demonstrated : 28 kt) .

EQUIVALENT RUNWAY CONDITIONS :

1 : Dry, damp or wet runway (less than 3 mm water depth) without risk of hydroplaning.

2 : Runway covered with slush

3 : Runway covered with dry snow.

4 : Runway covered with standing water with risk of hydroplaning or wet snow.

5 : Runway covered with compacted snow or with standing water with high risk of hydroplaning or icy runway (allowed for landing only).

RZO ALL

## Appendix B

# LANDING OPERATING SPEEDS

Landing Weight **103**

VREF **126**

| OPERATING SPEEDS (kt) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WEIGHT (× 1000 kg) | F 1.25 Vs 15/0 | S 1.25 Vs 0/0 | 0 (Green dot) (below 20 000 ft) | VREF + 10 1.3 Vs 20/20 | VREF 1.3 Vs 30/40 |
| 90 | 134 | 168 | 190 | 128 | 118 |
| 95 | 138 | 172 | 195 | 131 | 121 |
| 100 | 141 | 177 | 200 | 135 | 125 |
| 105 | 145 | 181 | 205 | 138 | 128 |
| 110 | 148 | 185 | 210 | 141 | 131 |
| 115 | 151 | 190 | 215 | 144 | 134 |
| 120 | 154 | 193 | 220 | 147 | 137 |
| 125 | 158 | 198 | 225 | 150 | 140 |
| 130 | 161 | 201 | 230 | 152 | 142 |
| 135 | 164 | 205 | 235 | 154 | 144 |
| 140 | 167 | 209 | 240 | 157 | 147 |
| 145 | 170 | 213 | 245 | 160 | 150 |
| 150 | 172 | 216 | 250 | 163 | 153 |
| 155 | 175 | 220 | 255 | 166 | 156 |
| 160 | 178 | 223 | 260 | 168 | 158 |

. Green dot speed : add + 2 kt per 1 000 ft above 20 000 ft

**VAPP - WIND CORRECTION**

- VAPP can be computed based on VREF or VLS :
  - VAPP = VREF + VREF CORRECTION + WIND CORR,
  - VAPP = VLS + VLS INCREMENT + WIND CORR.
- VREF CORRECTION or VLS INCREMENT : REFER TO 15.03.
- WIND CORR = (1/3 tower average wind) or (gust increment, if higher)
- Apply WIND CORR only if there is no tail-wind component.
- If A/THR is used or if significant ice accretion is suspected :
  - if WIND CORR < 5 kt, take WIND CORR = 5 kt.
- Maximum WIND CORR = 15 kt.
- R If VREF CORRECTION ≤ 20 kt :
  - R maximum WIND CORR = 20 kt – VREF CORRECTION
- R If VREF CORRECTION > 20 kt :
  - do not apply any WIND CORR.

: *If the forecasted tail wind at landing is greater than 10 knots, decelerated approach is not allowed, and the speed should be stabilized around VREF + 5 knots in final.*

**VAPP = VREF + 5 Knots**

**VAPP = 126 + 5 = 131**

## Appendix C

A310 FLIGHT CREW OPERATING MANUAL | STANDARD OPERATING PROCEDURES | 2.03.30
PAGE 8
STANDARD CALLS | REV 30 | SEQ 001

| APPROACH AND LANDING STABILIZED ILS APPROACH | | |
|---|---|---|
| **EVENT** | **PF** | **PNF** |
| When cleared below transition level or as appropriate. | APPROACH CHECK LIST | APPROACH CHECK LIST COMPLETED |
| Initial Approach | SET GREEN DOT SPEED | GREEN DOT SPEED SET |
| Beginning of Radio Altimeter indication | CHECKED | RADIO ALTIMETER ALIVE |
| At Green Dot Speed (or below VFE) | SLATS EXTEND<br>SET "S" SPEED | SPEED CHECKED<br>SLATS EXTENDED |
| AT "S" SPEED (or below VFE) | FLAPS 20<br>SET "F" SPEED | SPEED CHECKED<br>FLAPS 20 |
| INTERCEPTION HEADING | ARM LAND | LAND ARMED |
| LOCALIZER CAPTURE | LOC* SET RWY HEADING | ...° SET |
| 2 DOTS<br>(1 DOT) SINGLE ENGINE | GEAR DOWN | GS ALIVE<br>GEAR IS DOWN |
| WHEN GEAR IS DOWN | FLAPS 40<br>SET VAPP | SPEED CHECKED<br>FLAPS 40<br>VAPP SET |
| GS CAPTURE | GS* SET GO AROUND ALTITUDE | ...FT SET |
| FAF<br>OR OM if applicable | PASSING (Fix name)<br>OR<br>OM...FT/TIMING | CHECKED (TIMING) |
| When FLAPS 40 | LANDING CHECK LIST | LANDING C/L COMPLETED |
| 1000FT AGL | CHECKED | ONE THOUSAND |
| 700FT AGL<br>Each pilot checks the ILS selected course on his ND. | | COURSE SET |
| 400FT | LAND GREEN | CHECKED |
| 100FT above MDA | CHECKED | ONE HUNDRED ABOVE |
| MDA visual reference | LANDING | MINIMUM |
| MDA no visual reference | GO-AROUND FLAPS | MINIMUM |

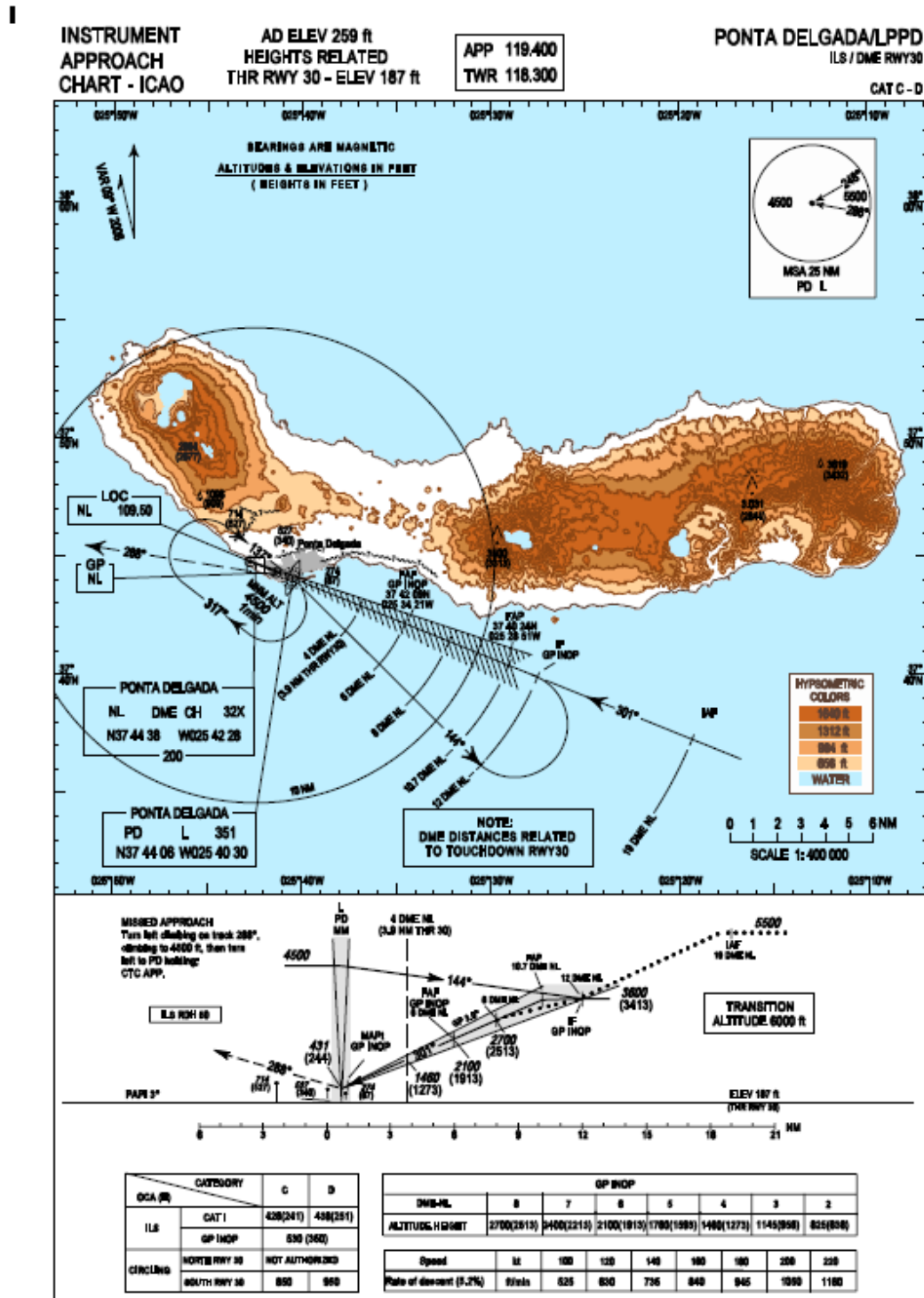
R

| APPROACH AND LANDING STABILIZED ILS APPROACH | | |
|---|---|---|
| **EVENT** | **PF** | **PNF** |
| PNF monitors pin-programmed auto call out or announces if auto call out inoperative (as often as practical – CAT I and lower only) | | ONE HUNDRED<br>FIFTY |
| After touch down | | SPOILERS<br>REVERSE GREEN<br>(See the note 1 below) |
| When autobrake armed | | See note 2 below |
| At 80kts ground speed | | EIGHTY |

*Note 1 : if reverse deployment is not as expected, call NO REVERSE ENGINE... or NO REVERSE, as appropriate.*
*Note 2 : if Autobrake is armed and NO flow BAR green light observed, call NO AUTOBRAKE*

## Appendix D

AIP PORTUGAL

LPPD AD 2.24.10A2 - 1
25-AUG-2011

© NAV Portugal, E.P.E.

AIRAC 004-11